



O IMPACTO DO LEAN NA SEGURANÇA DAS ORGANIZAÇÕES

HELENA FERREIRA FRAGA

novembro de 2019

O IMPACTO DO *LEAN* NA SEGURANÇA OCUPACIONAL DAS ORGANIZAÇÕES

Helena Ferreira Fraga

2019

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica

O IMPACTO DO *LEAN* NA SEGURANÇA OCUPACIONAL DAS ORGANIZAÇÕES

Helena Ferreira Fraga
1170056

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação do professor José Carlos Vieira Sá.

2019

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica

JÚRI

Presidente

Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Mestre/Especialista José Carlos Vieira Sá

Professor Adjunto Convidado, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutor José Pedro Teixeira Domingues

Investigador, Centro de Investigação ALGORITMI, Universidade do Minho

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor José Carlos Sá, pela excelente orientação, apoio e disponibilidade demonstrados ao longo deste percurso.

A todos os docentes do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial que contribuíram para a minha formação.

Às empresas que me receberam para responder aos inquéritos.

Aos meus colegas, em especial à Orlancina, amigos e família pelo constante apoio e motivação.

PALAVRAS CHAVE

Segurança, *lean*, *lean Tools*, *lean Safety*

RESUMO

A segurança ocupacional é uma das grandes preocupações nos dias que correm, é uma importante questão social que tem implicações financeiras para as organizações, para os funcionários e para a sociedade. Mas, embora a segurança ocupacional seja uma preocupação importante, a gestão de topo das organizações geralmente prioriza a redução de desperdícios e custos. Portanto, há a necessidade de alguma técnica que reduza o desperdício e simultaneamente melhore a segurança ocupacional. O *lean* tem sido eficaz na redução de desperdícios e custos. Alguns investigadores mostraram que o *lean* também pode melhorar a segurança ocupacional. O objetivo deste trabalho foi determinar se, nas organizações onde existem ferramentas *lean* implementadas, houve melhoria nas condições de segurança ocupacional, nomeadamente na diminuição dos índices de sinistralidade e verificar quais as ferramentas *lean* que mais contribuem para essa melhoria. Foi realizada uma pesquisa através do envio de um questionário a 1600 organizações portuguesas, de norte a sul e ilhas, potencialmente com ferramentas *lean* implementadas. No total conseguiu-se respostas de 189 organizações, 59 das quais com ferramentas *lean* implementadas, passando a ser consideradas como respostas válidas para o estudo. Através da análise estatística efetuada aos dados obtido, verificou-se que não há organizações que tenham piorado os índices, algumas mantiveram os índices e um número razoável atestou que os índices sofreram alteração de melhoria, destas, na sua grande maioria disseram que os índices de sinistralidade diminuíram 20%, sendo este o valor que estatisticamente apresentou melhores resultados em termos de alteração. Foi aplicado o teste de KW aos 3 índices de sinistralidade e verificou-se que havia diferença entre grupos para as variáveis certificação em segurança e anos de certificação em relação ao Índice de Incidência. Apenas com este teste não se conseguiu afirmar se essas diferenças tinham um determinado padrão linear. Optou-se por fazer uma comparação de médias. Não se conseguiu afirmar que o li aumenta à medida que os anos de certificação em segurança também aumentam, o que se conseguiu afirmar foi que para as organizações que participaram no estudo, há mais impacto das ferramentas *lean* na melhoria do índice de incidência nas que são certificadas e cuja certificação ocorreu no intervalo de datas entre 5 e 10 anos. Foi possível demonstrar que as ferramentas *lean* têm impacto positivo na segurança ocupacional das organizações, através da diminuição dos índices de sinistralidade.

KEYWORDS

Safety, lean, lean Tools, lean Safety

ABSTRACT

Occupational safety is a major concern these days, it is an important social issue that has financial implications for organizations, employees and society. But while occupational safety is a major concern, top management usually prioritizes waste and cost reduction. Therefore, there is a need for some technique that reduces waste while improving occupational safety. Lean has been effective in reducing waste and costs. Some researchers show that lean can also improve occupational safety. The objective of this work was to determine if, in areas where lean tools are implemented, there was an improvement in occupational safety conditions, especially in the reduction of accident rates and to verify which tools the lean tools that contribute the most to this improvement. A survey was conducted by sending a questionnaire to 1600 Portuguese organizations, from north to south and islands, potentially with lean tools implemented. In total, responses were obtained from 189 organizations, 59 of which had lean tools in place and were used as valid responses to the study. Through the statistical analysis of the data obtained, it was found that there are no organizations that have worsened the indexes, some maintained the indexes and a reasonable number attested that the indexes have changed, most of them said that the indexes of claims decreased by 20%, which is the value that statistically showed the best results in terms of change. The KW test was applied to the 3 accident indices and it was verified that there was difference between groups for the variables certification in safety and years of certification in relation to the Incidence Index. Only with this test could it not be said whether these differences had a certain linear pattern. We opted to make a comparison of averages. It could not be stated that li increases as years of safety certification also increase, but it could be stated that for the organizations participating in the study, there is more impact of lean tools in improving the incidence rate in which they are certified and whose certification occurred in the date range of 5 to 10 years. It has been shown that lean tools have a positive impact on the occupational safety of organizations by decreasing accident rates.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Siglas

3M	<i>Muda, Mura e Muri</i>
5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke</i>
If	<i>Índice de Frequência</i>
Ig	<i>Índice de Gravidade</i>
Ii	<i>Índice de Incidência</i>
KW	<i>Teste de Kruskal-Wallis</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OPL	<i>One Point Lesson</i>
QAS	<i>Qualidade Ambiente e Segurança</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange Die</i>
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
SSM	<i>Safety Stream Mapping</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WID	<i>Waste Identification Diagrams</i>

GLOSSÁRIO DE TERMOS

Muda	<i>Desperdício, atividades que não agregam valor</i>
Mura	<i>Irregularidade e inconsistência</i>
Muri	<i>Sobrecarga por parte dos colaboradores ou das máquinas</i>
Seiri	<i>Senso de utilização</i>
Seiton	<i>Senso de organização</i>
Seiso	<i>Senso de limpeza</i>
Seiketsu	<i>Senso de padronização</i>
Shitsuke	<i>Senso de disciplina</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - MODELO SIMPLIFICADO PARA O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (SIMAS, 2016).....	32
FIGURA 2 – ANDON DE UMA LINHA DE CHASSIS (KAMADA, 2017)	42
FIGURA 3 - EXEMPLO GENÉRICO DE UM <i>SPAGHETTI DIAGRAM</i> (FONTE: HTTP://ASQ.ORG/IMG/LAQ/SPAGHETTI-DIAGRAM-EXAMPLE.GIF).	44
FIGURA 4 - EXEMPLO DE UM WIP DE UMA UNIDADE DE PRODUÇÃO REAL (SÁ, CARVALHO, & SOUSA, 2011).	45
FIGURA 5 - SETOR DE ATIVIDADE E LOCALIZAÇÃO DAS ORGANIZAÇÕES.....	66
FIGURA 6 - DIMENSÃO DAS ORGANIZAÇÕES PARTICIPANTES VS DEPARTAMENTO.....	66
FIGURA 7 - DADOS RELATIVOS À CERTIFICAÇÃO EM SEGURANÇA.	67
FIGURA 8 - ALTERAÇÃO DE MELHORIA DO II EM FUNÇÃO DOS ANOS DE CERTIFICAÇÃO.	73

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - TABELA GERAL DO IMPACTO POR ÍNDICE.	68
TABELA 2 - TABELA DE CORRELAÇÃO II, IF E IG COM 4 VARIÁVEIS	69
TABELA 3 - RESULTADOS TESTE KW PARA O ÍNDICE DE INCIDÊNCIA.	70
TABELA 4 - RESULTADOS TESTE KW PARA O ÍNDICE DE FREQUÊNCIA.	71
TABELA 5 - RESULTADOS TESTE KW PARA O ÍNDICE DE GRAVIDADE.	71
TABELA 6 – CODIFICAÇÃO NO SPSS DAS VARIÁVEIS CORRESPONDENTES AOS ÍNDICES DE SINISTRALIDADE.	72
TABELA 7 - COMPARAÇÃO DA MÉDIA DO ÍNDICE DE INCIDÊNCIA EM ORGANIZAÇÕES COM E SEM CERTIFICAÇÃO.	72
TABELA 8 - COMPARAÇÃO DA MÉDIA DO ÍNDICE DE INCIDÊNCIA NOS INTERVALOS DE CERTIFICAÇÃO. .	73

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	Objetivos do trabalho	26
1.2	Metodologia de Investigação	26
1.3	Estrutura do Relatório	26
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	31
2.1	O Lean	31
2.1.1	Introdução ao <i>Lean</i>	31
2.1.2	Princípios da Produção <i>Lean</i>	33
2.1.3	3M's	35
2.1.4	<i>Muda</i>	36
2.1.5	Metodologias <i>lean</i> (<i>Lean Tools</i>)	38
2.2	A Segurança	45
2.2.1	Conceito	45
2.2.2	A Segurança em Empresas	47
2.2.3	A Gestão do Risco	49
2.2.4	Sistemas de Segurança e Saúde no Trabalho	51
2.3	Integração do <i>lean</i> e Segurança	53
3	DESENVOLVIMENTO	63
3.1	Tipo de Pesquisa	63
3.2	População e Amostra	63
3.3	Técnica de recolha de dados	63
3.3.1	Elaboração de Questionário	64
3.4	Técnica de análise de dados	65
3.4.1	Caraterização da Amostra	66
3.4.2	Análise de Resultados	69
4	CONCLUSÕES	77
4.1	CONCLUSÃO FINAL	77

5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	81
6	ANEXOS	91
6.1	Anexo I - Questionário	91
6.2	Anexo II – Ferramentas <i>lean</i> mais implementadas pelas organizações	96
6.3	Anexo III – Teste de correlação entre as ferramentas <i>lean</i> implementadas e os índices de sinistralidade	97
6.4	Anexo IV - Teste de <i>Kruskal Wallis</i> para o Índice de incidência	98
6.5	Anexo V - Teste de <i>Kruskal Wallis</i> para o Índice de frequência	99
6.6	Anexo VI - Teste de <i>Kruskal Wallis</i> para o Índice de Gravidade	100

INTRODUÇÃO

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.2 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

1.3 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

1 INTRODUÇÃO

Os acidentes de trabalho mortais em Portugal, depois de uma diminuição durante alguns anos, tiveram um aumento substancial em 2018. A área da segurança assume assim uma relevante importância nas organizações.

Mas, embora a segurança ocupacional seja uma preocupação importante, a gestão de topo geralmente prioriza a redução de desperdícios e custos. Portanto, há a necessidade de alguma técnica que reduza o desperdício e simultaneamente melhore a segurança. O *lean* tem sido eficaz na redução de desperdícios e custos. Os investigadores mostraram que o *lean* também pode melhorar a segurança ocupacional.

Os acidentes de trabalho e as doenças profissionais, na maior parte das vezes, acontecem devido ao facto de as organizações não cumprirem as normas de segurança e não agirem preventivamente. Este estudo pretende ver de que forma as ferramentas do *lean* conseguem ajudar as organizações a identificar as potenciais situações de risco ocupacionais, e o impacto que as mesmas têm na redução dos acidentes. Dinheiro e tempo gasto em acidentes e compensação dos trabalhadores é classificado como um desperdício, que é algo que deve ser evitado com base na filosofia *lean*. O *lean* tem como objetivo a redução dos 3M's, e a segurança tem como objetivo reduzir acidentes de trabalho e doenças profissionais, olhando para estes dois objetivos eles acabam por se cruzar. Isto porque as doenças profissionais e os acidentes de trabalho acabam por gerar a ocorrência de desperdícios, e as *lean tools* têm impacto nos aspetos relacionais com a segurança ocupacional.

Para diversos autores, o *lean* tem sido frequentemente associado a ambientes de trabalho mais seguros, de alta qualidade e com alto compromisso, caracterizados pelo desempenho humano sustentável. Por exemplo, muitas práticas de operação *lean* aumentam o nível de “transparência” do local de trabalho (visibilidade clara de perigos, ambiente de trabalho mais limpo, etc.) para que os trabalhadores tenham a oportunidade de identificar, avaliar e sugerir controles. E isso ajuda a reduzir riscos de saúde e segurança no local de trabalho. Em particular, placas visuais e outros artefactos para visualização que são dispositivos que tornam a interação humano/tecnologia mais fácil e eficaz. Isso significa que é possível manter padrões e procedimentos eficazes e seguros e, facilitar processos de melhoria contínua. Desta forma, os sistemas são capazes de fornecer informações, sinalizar desvios, controlar e garantir a correção dos processos e, por sua vez, melhorar a segurança no local de trabalho (Camuffo, Stefano, & Paolino, 2017).

Este trabalho vai no sentido de verificar se efetivamente, nas organizações portuguesas onde as ferramentas *lean* foram implementadas, houve reflexo positivo na diminuição dos índices de sinistralidade, Índice de Incidência (Ii), Índice de frequência (If) e Índice de Gravidade (Ig).

1.1 Objetivos do trabalho

O objetivo deste trabalho é determinar se, nas organizações onde foram implementadas ferramentas *lean*, se verificou melhoria nas condições de segurança ocupacional, nomeadamente na diminuição dos índices de sinistralidade, averiguar quais as ferramentas que mais contribuem para essa melhoria e se as alterações são condicionadas por outras variáveis.

1.2 Metodologia de Investigação

A Metodologia é a aplicação de procedimentos e técnicas que devem ser observados para construção do conhecimento, com o propósito de comprovar a sua validade e utilidade nos diversos âmbitos da sociedade (Prodanov & Freitas, 2013).

No tipo de abordagem foi feita uma pesquisa qualitativa. Quanto à natureza tratou-se de uma pesquisa básica, segundo Engel and Tolfo (2009) a pesquisa de natureza básica objetiva gerar conhecimentos novos, úteis para o avanço da Ciência, sem aplicação prática prevista. Envolve verdades e interesses universais. Relativamente aos objetivos foi uma pesquisa exploratória, para Zanella, Vieira, and Moraes (2013), este tipo de pesquisa tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com um problema, com vista a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. A grande maioria dessas pesquisas envolve: (a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que estimulem a compreensão. Quanto aos procedimentos foi feita uma pesquisa de campo, a pesquisa de campo caracteriza-se pelas investigações em que, além da pesquisa bibliográfica e/ou documental, se realiza recolha de dados junto de pessoas, com o recurso de diferentes tipos de pesquisa (pesquisa-ação, pesquisa participante, etc.) (Fonseca, 2002).

1.3 Estrutura do Relatório

O relatório está estruturado em 5 capítulos principais. O primeiro capítulo corresponde à introdução, onde é feita a contextualização do trabalho, são apresentados os objetivos a cumprir e qual a metodologia de investigação utilizada. No segundo capítulo encontra-se o enquadramento teórico da temática em estudo, aborda-se o conceito da produção *lean*, quais os seus princípios, o conceito de desperdício e diversas metodologias *lean* existentes. Dentro da segurança aborda-se igualmente o conceito, a segurança em organizações, a gestão do risco e salienta-se a importância da existência de um sistema de gestão de saúde e segurança no trabalho, e por fim é feita uma abordagem à integração do *lean* e segurança. O terceiro capítulo é dedicado ao desenvolvimento da parte prática do trabalho que descreve o processo de análise e interpretação dos dados. As conclusões são apresentadas no quarto capítulo. Por fim no

quinto capítulo surgem todas as referências bibliográficas que sustentam o enquadramento teórico.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O LEAN

2.1.1 INTRODUÇÃO AO LEAN

2.1.2 PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO LEAN

2.1.3 3M'S

2.1.4 MUDA

2.1.5 METODOLOGIAS LEAN (LEAN TOOLS)

2.2 A SEGURANÇA

2.2.1 CONCEITO

2.2.2 A SEGURANÇA EM EMPRESAS

2.2.3 A GESTÃO DO RISCO

2.2.4 SISTEMAS DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO

2.3 INTEGRAÇÃO DO LEAN E SEGURANÇA

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O *Lean*

2.1.1 Introdução ao *Lean*

O termo *lean* foi aplicado, pela primeira vez, por James Womack, Daniel Jones e Daniel Roos no livro intitulado “A máquina que mudou o mundo” (Womack, Jones, & Roos, 1990). A produção *lean* encontra as suas raízes no Sistema de Produção da Toyota, que transformou a “Toyota Motor Corporation” de uma pequena produtora nacional na década de 1950 numa das principais empresas automóveis do mundo nos anos 80. O princípio da produção *lean* é a eliminação do desperdício, tanto dentro da empresa como em toda a cadeia de fornecimento (Womack & Jones, 1996).

Lean designa um conceito que é conhecido por aumentar a eficiência na fabricação (C. Kim, Spahlinger, Kin, & Coffey, 2009; Womack & Jones, 1997). A Toyota tem tido sucesso, e isso inspirou muitas organizações em todo o mundo a iniciar uma “jornada *lean*”. O conceito *lean* é agora discutido como relevante não apenas na produção, mas também nos serviços e na prestação de serviços de saúde (Pettersen, 2009). *Lean* foca-se em ou reduzir os 3M’s e em maximizar atividades que acrescentam valor na perspetiva do cliente. Do ponto de vista do cliente, o valor é equivalente a qualquer coisa que o cliente esteja disposto a pagar por um produto ou pelo serviço que se segue. Assim, a eliminação de desperdício é o princípio básico da produção *lean* (Arlbjørn & Freytag, 2013).

O conceito de produção *lean* foi introduzido no Japão, e o sistema de produção da Toyota foi o primeiro a utilizar práticas *lean*. Esta ajuda a melhorar os processos de produção e a aumentar a satisfação no trabalho dos funcionários (Singh, Garg, Sharma, & Grewal, 2010). A produção *lean* é diferente da produção tradicional. O conceito tradicional de produção foca-se no inventário do sistema, enquanto a produção *lean* opõe-se a esse conceito. O conceito “*Lean*” considera o inventário como um desperdício na organização. Entender as diferenças entre a produção tradicional e a produção *lean* é muito importante para as organizações se estas quiserem seguir as práticas *lean* (Andrew, 2006). O mercado está a tornar-se mais volátil a cada dia, por isso, compreender a dinâmica do mercado é um fator crucial se quisermos projetar melhor os sistemas de produção. A produção *lean* acredita no simples facto de que os clientes pagarão pelo valor dos serviços que recebem, mas não pagarão por erros (Rawabdeh, 2005).

A produção *lean* é uma filosofia de produção focada na eliminação de todos os desperdícios, aumentando o valor do cliente. De uma forma simples, *lean* significa acrescentar mais valor aos clientes com menos recursos (Gadalla, 2010).

Uma organização *lean* compreende o valor do cliente e concentra os seus principais processos para aumentá-lo continuamente. Essa estratégia leva em consideração o respeito pelos trabalhadores, a qualidade dos produtos e a estabilidade

do processo (Flynn & Vlok, 2015). Esse método de produção altera o foco da gestão e direciona-o para a eliminação de resíduos ao longo de fluxos de valor inteiros, em vez de em pontos individuais. Para isso, cria processos que exigem menos esforço humano, menos espaço, menos capital e menos tempo para fabricar produtos e serviços com custos bem menores e com muito menos defeitos, em comparação com os sistemas tradicionais de produção (Modi & Thakkar, 2008). O objetivo final de um sistema de produção *lean* é eliminar todos os desperdícios da organização. Um sistema *lean* é representado como dois pilares: o primeiro é “*jidoka*” e o segundo é “*just-in-time*” (Simas, 2016), como pode ser observado na figura 1. O principal objetivo de um sistema de produção *lean* é produzir produtos de maior qualidade ao menor custo possível e, no mínimo, eliminando resíduos (Dennis, 2007).

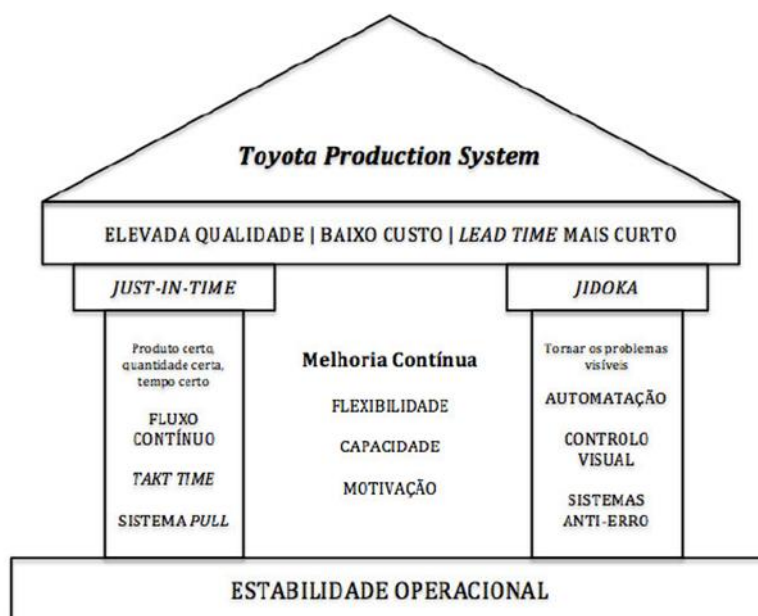


Figura 1 - Modelo Simplificado para o Sistema Toyota de Produção (Simas, 2016).

O pensamento *lean* é uma filosofia de melhoria operacional derivada da indústria automóvel (Liker, 2004). É uma estrutura que pretende fornecer aos clientes exatamente o que eles querem através da melhoria contínua do processo de produção. Otimizar a produção e a entrega de um produto ou serviço é o foco do processo *lean*.

O processo *lean* é um sistema sociotécnico integrado cujo objetivo principal é eliminar o desperdício ao reduzir ou minimizar simultaneamente a variabilidade interna, do cliente e do fornecedor (Gadalla, 2010). A filosofia *lean* procura reduzir o desperdício em qualquer lugar da empresa, otimizar os recursos principais e estabelecer uma cultura corporativa dedicada a identificar e promover continuamente a satisfação do cliente (Karim & Arif-Uz-Zaman, 2013). A filosofia *lean* trata da eliminação de desperdícios e da necessidade de sincronizar para atender, a curto e longo prazo, às exigências do mercado. Esta filosofia é expressa em várias declarações diferentes: alcançar mais com menos pessoas, reduzir atividades que não acrescentam valor, entre outras. O *lean* é frequentemente associado à eficiência, reduzindo o excedente. Isso, no entanto, é

apenas um lado da filosofia *lean*. Um aspecto essencial da filosofia *lean* é um esforço contínuo por produtos perfeitos, que podem ser entregues sob pedidos, específicos do cliente, sem desperdício de material, horas de trabalho e outros recursos (energia) num ambiente de trabalho seguro (físico, emocional e profissional) (Fullerton & Wempe, 2009).

Uma organização *lean* entende o valor do cliente e concentra os seus principais processos para aumentá-lo continuamente. O objetivo final é fornecer valor perfeito ao cliente por meio de um processo perfeito de criação de valor que não desperdiça nada (Tsisis & Bruce-Barrett, 2008). Para conseguir isso, o pensamento *lean* muda o foco da gestão, de otimizar tecnologias separadas, ativos e departamentos verticais para otimizar o fluxo de produtos e serviços por meio de fluxos de valor inteiros que fluem horizontalmente entre tecnologias, ativos e departamentos para clientes (Pullin, 2005). Eliminar o desperdício ao longo de todo o fluxo de valor, em vez de pontos isolados, cria processos que exigem menos esforço humano, menos espaço, menos capital e menos tempo para fabricar produtos e serviços a custos muito menores e com muito menos defeitos, em comparação com sistemas tradicionais de negócios. As empresas são capazes de responder às mudanças nos desejos dos clientes com alta variedade, alta qualidade, baixo custo e com tempos de processamento muito rápidos. Além disso, a gestão de informações torna-se muito mais simples e precisa (Jones, 2009).

2.1.2 Princípios da Produção *Lean*

A filosofia *lean* concentra-se na melhoria contínua dos processos, identificando constantemente as fontes de desperdício e removendo-os. Em teoria, existem infinitas oportunidades para melhorar os processos, mas, na realidade, deve haver limites, pois os processos exigem recursos, que, por sua vez, não costumam ser ilimitados. Portanto, a filosofia *lean* também pode ser percebida como uma ferramenta de melhoria de qualidade, já que pode reduzir drasticamente o tempo de processamento dentro dos processos. A filosofia *lean* também fornece uma forma de especificar valor e construir o fluxo de valor da maneira que a produção flui sem interrupções na melhor sequência possível (Nicholas & Nicholas, 2011; Radziwill, 2013).

Womack and Jones (1996) propuseram um conjunto de princípios para alcançar um empreendimento *lean*. As empresas devem adotar estes princípios e incorporá-los nas suas operações, sequencialmente. Assim, a abordagem *lean* pode ser resumida em seis princípios: especificação do valor, identificação da cadeia de valor, fluxo de valor, sistema pull, perfeição e respeito pelas pessoas (Shah & Ward, 2007).

➤ Identificação do valor: o valor é definido como uma capacidade fornecida ao cliente no momento exato e a um preço justo, conforme estabelecido em cada caso pelo cliente. O valor é o ponto de partida crítico para o pensamento *lean* e só pode ser definido pelo cliente final. Womack & Jones (1997) definem o valor como sendo a capacidade de providenciar no tempo certo e com o preço apropriado os produtos e ou serviços acordados com o cliente.

➤ Identificação e mapeamento da cadeia de valor: identificar todas as etapas no fluxo de valor de cada família de produtos, eliminando todas as etapas e todas as ações e todas as práticas que não criam valor. Um fluxo de valor é a sequência completa de atividades que uma organização realiza para produzir e entregar o seu produto ou serviço final. Engloba fornecedores, processos internos, clientes e utilizadores finais (Rother & Shook, 2003). Um mapa de fluxo de valor é uma representação gráfica da série de atividades que a organização segue na produção e entrega do seu produto ou serviço final. Este demonstra o fluxo de informações e materiais e a ocorrência de ações utilizando símbolos fáceis de entender. O mapa do fluxo de valor é geralmente composto por três partes: 1) o fluxo de material e informações desde a produção pelos fornecedores até a entrega aos clientes; 2) a transformação do material e informações em produtos acabados ou serviços; 3) o fluxo de informações que suporta as duas primeiras partes (Grewal, 2008) .

➤ Criação de um fluxo: fazer com que as etapas restantes de criação de valor ocorram numa sequência compacta e integrada para que o produto flua suavemente em direção ao cliente. O fluxo é definido como a conquista progressiva de tarefas ao longo do fluxo de valor, de modo a que um produto passe do projeto ao lançamento, peça a entrega e matérias-primas nas mãos do cliente, sem paralisações, recados ou retrocessos. Isto traduz-se como uma diretiva para abandonar o modo tradicional de pensar em lotes e filas. As formas de fomentar o fluxo incluem a ativação de mudanças rápidas de ferramentas na fabricação, bem como a personalização de máquinas e a localização de etapas sequenciais adjacentes umas às outras. O fluxo num processo é alcançado quando o produto ou serviço que está a ser criado progride através de uma série de etapas de valor acrescentado, sem atrasos, defeitos ou operações sem valor agregado. Isso significa que o produto ou serviço passa do ponto de produção para o ponto de consumo o mais rápido possível. Este tipo de fluxo, sem desperdício no processo, é chamado de fluxo contínuo (Shah & Ward, 2007).

➤ Sistema *pull*: à medida que o fluxo é introduzido, este permite que os clientes obtenham valor da próxima atividade. Os produtos e serviços que uma organização produz devem ser puxados através dos seus processos, em vez de serem empurrados, fazendo com que o processo flua. Produzir mais do que a procura é denominado de superprodução na filosofia *lean* e, portanto, é um grande desperdício que as empresas devem evitar.

➤ Perfeição: à medida que o valor é especificado, os fluxos de valor são identificados, as etapas desperdiçadas são removidas e o fluxo e extração são introduzidos, então o processo inicia um novo ciclo e continua até atingir um estado de perfeição, no qual o valor perfeito é criado sem desperdício. A perfeição deve ser trazida à “visão clara”, de modo a que o objetivo da melhoria seja visível e real para todo o empreendimento” (Womack & Jones, 1996). Embora a perfeição pura nunca possa ser alcançada, devido a constantes e inevitáveis mudanças, é algo que todas as empresas e funcionários devem manter como o seu objetivo final. É importante definir algumas metas curtas e viáveis que estejam alinhadas com a visão da empresa de um futuro *lean*.

Esses objetivos dão foco e aliviam qualquer sentimento de sobrecarga por um objetivo tão elevado.

➤ Respeito pelas pessoas: respeitar a capacidade inata de cada ser humano de identificar desperdícios e desenvolver maneiras criativas de melhorar. Significa respeitar as suas contribuições e, ao mesmo tempo, desafiá-las a sempre melhorar as suas competências de solução de problemas. Significa pedir às pessoas não só que apaguem incêndios, mas também que evitem que futuros surtos acendam. Diz respeito a dar tempo e recursos para experimentar contramedidas, mesmo que isso signifique permitir que a experiência falhe (embora de maneira controlada). E isso significa fornecer o treino e a liderança necessários para fornecer as competências necessárias para reconhecer o desperdício e desenvolver contramedidas que estejam alinhadas aos objetivos gerais da empresa (Korb, 2016). O respeito pelas pessoas, no seu sentido mais amplo, relaciona-se com cinco grupos de *stakeholders* organizacionais dentro de uma organização: empregados, proprietários, clientes, fornecedores e a comunidade onde a organização opera (Emiliani, 2008).

A aplicação dos princípios *lean* depende do compromisso de uma organização em melhorar continuamente o valor fornecido a um cliente (Bartels, 2005). Na prática, um sistema de melhoria *lean* utiliza métodos de solução de problemas baseados na ciência para identificar problemas de causa raiz e aplica ferramentas de melhoria para criar novos procedimentos padrão que reduzem o desperdício e melhoram a qualidade (Spear, 2004). A eficácia dos novos procedimentos é monitorizada para avaliar os resultados e as mudanças são incorporadas para melhorar ainda mais o processo (Johnston, 2009).

2.1.3 3M's

A abordagem *lean* é um processo contínuo de identificação, resolução e eliminação de desperdícios e obstáculos a um fluxo constante de produção. Assente num princípio de melhoria contínua (ou *Kaizen*), em que cada inovação exige um acompanhamento, a melhoria contínua é um método de gestão de negócios que procura rastrear as várias fontes de desperdício que podem sobrecarregar o sistema de produção de uma empresa. Categorizadas no final da Segunda Guerra Mundial, essas fontes de desperdícios são hoje em dia mais relevantes do que nunca (ElNamrouty, 2013). De acordo com Pieńkowski (2014), o modelo 3M identifica 3 inimigos da gestão *lean*:

- *Muda* (desperdício): qualquer atividade num processo que não traz valor;
- *Mura* (irregularidade): qualquer variação que leva a situações de desequilíbrio;
- *Muri* (excesso): qualquer atividade que envolva stress não razoáveis ou esforços de pessoal, material ou equipamento.

Os *Muda* representam todo o desperdício que uma empresa pode “produzir”. Por definição, os *Muda* são todas as atividades que não agregam valor. Ohno (1988) resume as três questões-chave de desempenho do *lean*: *Muda* - eliminar o desperdício, *Mura* - analisar e controlar a variabilidade da procura e *Muri* - eliminar a sobrecarga de

equipamentos e funcionários (Manzouri, Ab-Rahman, Zain, & Jamsari, 2014). Este resumo não deixa qualquer tipo de dúvida sobre a interpretação ampla que deve ser dada à fórmula resumida que a gestão *lean* é “faça mais com menos”. Não se trata de “mais output com menos input”, de acordo com uma visão clássica e de planeamento da produtividade, mas de criar mais valor (melhor atender às necessidades do cliente) com menos esforço, stress, carga de trabalho e recursos (Mwacharo, 2013). O *lean*, portanto, surge como um modelo organizacional que se congrega continuamente como um sistema coletivo de atividade (daí a referência central a *Muri* - a sobrecarga de trabalho, ou seja, o esforço) para melhorar a sua capacidade de criar valor. Os líderes históricos da *Toyota*, incluindo Ohno, e os seus exegetas japoneses e americanos caracterizaram esse novo modelo de desempenho com alguns princípios-chave tais como a eficiência, a redução da complexidade e a implicação direta dos operadores como “pensantes” da atividade (Rüttimann & Stöckli, 2016).

2.1.4 *Muda*

Segundo Kavanagh and Krings (2014) e Elnamrouty and Abushaaban (2013), atualmente existem 8 fontes de desperdícios pertencentes à categoria *Muda*. Vindos do setor automóvel e podem ser aplicados a muitos outros setores, incluindo serviços. Assim, como fontes de desperdício temos os seguintes elementos: o transporte e as viagens, os movimentos e os gestos, o tempo de espera, a superprodução, stocks elevados, o excesso de processamento, os defeitos e os erros, e por fim, as competências inexploradas (El-Namrouty, 2013; KAVANAGH & KRINGS, 2011).

➤ O transporte e as viagens

Viagens sem cargas, viagens desnecessárias entre diversos locais de armazenamento, manuseios desnecessários de materiais durante a fase de produção. Além de não trazer nada em termos de valor, estes transportes inúteis agregam muito trabalho às tarefas executadas pelos funcionários. Para reduzir as viagens desnecessárias, é aconselhável enviar as matérias-primas diretamente do fornecedor até ao local onde serão processados ou usados (Abushaaban, 2012).

➤ Os movimentos e os gestos

Para Harish and Selvam (2015), é preciso rever a ergonomia de posto de trabalho, os procedimentos redundantes ou ilógicos, uma má arrumação de documentos ou peças, uma impressora posicionada incorretamente num escritório; muitos pequenos e grandes fracassos podem gerar movimentos e gestos desnecessários. Esse tipo de desperdício, bastante semelhante ao dos transportes, pode ter consequências igualmente prejudiciais na produção da empresa, mas também na saúde e segurança das equipas. Para diminuir os movimentos supérfluos, a palavra-chave é a otimização (Simboli, Taddeo, & Morgante, 2014).

➤ Tempo de espera

Um atraso na entrega de matérias-primas devido a um problema informático, a paragem inesperada de um processo de fabricação como resultado de um erro a montante; quando a produção de uma empresa está em espera, esta não cria valor. Pior,

às vezes é sujeita a penalidades tardias e perde credibilidade com os seus clientes. Para recuperar a fluidez e evitar o desperdício de tempo, a organização deve otimizar o seu planeamento interno e garantir o reabastecimento regular das suas matérias-primas, sem cair em excesso para evitar o excesso de stock (Domingo, 2013; Harish & Selvam, 2015).

➤ A superprodução

Por vezes, uma empresa produz mais do que os pedidos dos seus clientes. Resultado de má gestão interna ou de um sistema baseado em estimativas de vendas, essa tendência à superprodução pode levar a uma desaceleração dos fluxos, ao acumular desnecessário de stocks, além do custo de recuperar qualquer desperdício gerado. Para evitar a superprodução e as suas consequências, tentaremos produzir, por exemplo, apenas de acordo com a ordem, e não em um modo preditivo (Arunagiri & Gnanavelbabu, 2014).

➤ Stocks elevados

Como resultado direto de produção despropositada ou de um mau planeamento, o excesso de componentes ou produtos leva à imobilização financeira e à perda de espaço de armazenamento. Longe de se limitar a atividades industriais, o excesso de stock também se pode referir à multiplicação de emails, relatórios de despesas, faturas e outros arquivos que aguardam para serem processados e se acumulam. Na gestão *lean*, o método *just-in-time* é usado para gerir ações de maneira mais inteligente. No entanto, exige uma organização e capacidade de resposta sem falhas, tanto ao nível dos fornecedores como da equipa responsável pela produção (Arunagiri & Gnanavelbabu, 2016; Beckers, 2015).

➤ Excesso de processamento

Qualquer processo que não traga nada ao cliente deve ser considerado desnecessário. Além de gerar etapas adicionais, às vezes dolorosas, para os funcionários, operações excessivamente complexas podem resultar num produto acabado que não atende às expectativas do cliente. Resultado deste excesso de processamento: um custo de produção maior que o esperado e uma margem que diminui. Para resolver este problema, procuraremos analisar com muita precisão as necessidades do cliente para identificar onde a criação de valor agregado realmente se encontra (Zakaria, Mohamed, Rahid, & Rose, 2017).

➤ Os defeitos e os erros

Qualquer erro, resultante, por exemplo, de um desatento ou de um espaço de trabalho mal otimizado, requer correções, isto é, a mobilização de um ou mais colaboradores durante um determinado período. Isso resulta numa perda significativa de tempo e dinheiro (trabalho extra, desperdício), mas também uma má imagem com os clientes. Para evitar a fabricação de produtos que não atendem aos critérios de qualidade, o *lean* defende a criação de um ambiente de trabalho otimizado, permitindo que as equipas obtenham produtividade mas também de forma descontraída (Beckers, 2015; Ribeiro, 2013).

➤ As competências inexploradas

De certa forma, não explorar o potencial de um colaborador também é uma forma de desperdício. Tendo aparecido bastante tarde na grande família dos *Muda*, este desperdício de conhecimento é encontrado especialmente no campo dos serviços, onde a opinião das pessoas que melhor conhecem o seu trabalho é às vezes totalmente negligenciada. Para lidar de forma mais rápida e eficaz com disfunções e ganhar lucratividade, a empresa deve incentivar as suas equipas a envolverem-se e contribuírem para a sua melhoria contínua, demonstrando confiança e reconhecimento (Bonnier, Kalsaas, & Ose, 2015; Cruz, 2013).

O *Muda* cobre tudo o que agrega custos e não agrega valor ao cliente. Tradicionalmente, existem sete tipos de desperdício: superprodução, tempo de espera, transporte, excesso de processamento, stocks elevados, viagens desnecessárias e retrabalho. Uma oitava categoria é frequentemente adicionada: a não utilização de habilidades e contribuições da equipa para melhorar o desempenho da empresa. A Toyota acredita que a superprodução é o pior tipo de desperdício, na medida em que cria e camufla outros. Qualquer descoberta de desperdício numa atividade operacional indica a existência de custos desnecessários (An, 1999; Beckers, 2015; Domingo, 2013).

Assim, o *Lean Thinking* sugere que, para efetivamente criar valor, é essencial identificar os desperdícios e eliminá-los ou reduzi-los, a fim de otimizar os processos de uma empresa.

2.1.5 Metodologias *lean* (*Lean Tools*)

Abdullah (2003), postula que o *lean* oferece muitos indicadores e ferramentas. A sua implementação e implantação visam melhorar o desempenho industrial. Iremos agora olhar para algumas das ferramentas usadas pela gestão *lean* a fim de conseguir alcançar os seus objetivos.

➤ *Value Stream Mapping* (VSM)

É a primeira ferramenta do *lean*, é uma cartografia descritiva dos fluxos no processo estudado, que idealmente abrange toda a cadeia de fornecimento desde o fornecimento de materiais até à entrega ao cliente. O mapeamento do fluxo de valor faz parte de um processo de implementação de melhoria contínua e do *lean*. É a ferramenta de diagnóstico por excelência que permite identificar avarias e eixos de otimização (Irani & Zhou, 2011).

➤ 5S

O 5S é um método para criar e manter um ambiente de trabalho organizado, limpo, seguro e eficiente. Muito conhecida, esta ferramenta é usada na pesquisa de qualidade absoluta e concentra todos os esforços da empresa nos 5 principais fatores que favorecem a qualidade (Immonen, 2016), e que em japonês designa palavras que começam com a letra s:

Seiri = segregação: evitar desperdício de recursos e espaço, identificar o que é desnecessário num posto de trabalho;

Seiton = organização: organizar o seu espaço de trabalho de forma eficaz;

Seiso = limpeza: manter o ambiente limpo;

Siketsu = padronização e saúde: determinando padrões que facilitam o trabalho ergonómico e saudável;

Shitisuke = disciplina: incentivar a colaboração e melhoria contínua.

➤ *SMED (Single Minute Exchange of Die)*

Para Dave and Sohani (2012), o método SMED consiste em reduzir os tempos de ajuste o máximo possível. As técnicas são as seguintes: fazer os passos de ajuste ao máximo externo, isto é, que pode ser executado durante a produção (máquinas em operação); simplificar ajustes internos (por exemplo, substituir parafusos/parafusos com puxadores e alavancas); eliminar operações não essenciais; criar instruções de trabalho padrão. Promove a produção de pequenos lotes, o que reduz o stock e melhora a agilidade perante o cliente.

Os princípios do SMED foram aplicados por Trovinger and Bohn (2005) para escolher e posicionar máquinas de tiro com chip. Os autores verificaram que foi possível reduzir os tempos de preparação removendo todas as atividades que poderiam ser feitas *offline*. Utilizaram um sistema informatizado de informação para auxiliar na gestão do alimentador e também usaram ferramentas computadorizadas tais como leitores de código de barras e terminais sem fio. O resultado na redução do tempo de configuração incremental por foi 1,7 minutos para 11 segundos. Assim provaram que os métodos SMED e os métodos sofisticados de informática estão inter-relacionados entre si e têm um ótimo efeito quando usados em combinação.

Já Cakmakci (2009) mostrou a relação entre a redução do tempo de preparação (SMED) e a eficiência do design do produto através da qualidade técnica de controlo e análise de capacidade do processo. Também provou que o SMED ainda é um método adequado não apenas para a melhoria da fabricação, mas também para o desenvolvimento de projetos de equipamentos/matriz. Michels (2007) afirmou que a aplicação de metodologias SMED é uma maneira eficaz de analisar, melhorar e reduzir os processos existentes, usado para mudar o equipamento de fabricação. Este estudo de campo mostrou que é possível reduzir a quantidade de tempo necessária para realizar uma mudança, bem como reduzir a quantidade de mão-de-obra direta necessária para realizar as trocas através da melhoria dos processos. Michels (2007) aplicou a metodologia SMED à troca de prensa de perfuração detalhada. O autor concluiu que o SMED é uma ferramenta eficaz para fornecer métodos aprimorados de troca resultando em reduções no tempo e mão-de-obra geral e também provou que a redução de ferramenta que pode ser aplicada para melhorar a capacidade de uma organização de produção e de melhorar a satisfação do cliente através de uma melhor utilização dos seus recursos. O passo mais importante na implementação do SMED é distinguir entre atividades internas e externas. A preparação de peças, ferramentas e atividades de manutenção não deve ser executada enquanto a máquina estiver parada.

Sivasankar et al. (2011) realizaram a verificação experimental de SMED e concluíram que as técnicas de melhoria de SMED podem ser avaliadas tanto em termos

da sua alocação às etapas da metodologia quanto em termos de sua representação coletiva de uma gama completa de potenciais opções de melhoria. (Shingo, 1985) também mostrou que o SMED consiste em três estágios conceituais, ou seja, separar configurações internas e externas, convertendo a configuração interna em configuração externa, simplificando todos os aspetos da operação de configuração. Cakmakci (2009) concluiu que o SMED é adequado não apenas para a melhoria da fabricação, mas também para o desenvolvimento de equipamentos e integrou o sistema SMED e a técnica 5S. Kayis and Kara (2007) descreveram os resultados do sistema SMED em três categorias, a saber: melhorias mecânicas, melhorias processuais e melhorias organizacionais e também concluiu que a redução de *setup* é uma abordagem extremamente valiosa na produção moderna. Para garantir o seu sucesso, deve começar num nível básico da organização e um esforço constante em direção à melhoria deve vir de todos os níveis da empresa.

➤ *Heijunka*

De acordo com Reyner and Fleming (2004), esta ferramenta visa reduzir a instabilidade da produção de acordo com os pedidos inconsistentes dos clientes. Portanto, é necessário criar um conjunto poderoso de pedidos e um pequeno esquema de produção em lote, produzindo a mesma gama de produtos todos os dias, gerando mais velocidade, uma redução nos stocks e, assim, permitindo a fabricação de uma ampla gama de produtos diversificados simultaneamente.

Em relação ao *heijunka*, estudos como os de Korytkowski, Wisniewski and Rymaszewski (2013) e Reyner and Fleming (2004) descreveram a modelagem de simulação e análise multivariada de uma linha de produção de montagem numa fábrica de microeletrónica. A linha de montagem é organizada de acordo com os princípios *lean*, com controlo de produção *heijunka-kanban*. A técnica de simulação é aplicada para avaliar o desempenho do sistema de produção que requer modificações para atingir dois objetivos, ou seja, minimizar o tempo médio de produção e minimizar o trabalho em progresso médio. O estudo permitiu concluir que o *heijunka* melhora tanto o tempo de processamento quanto o trabalho em progresso.

➤ *Kanban*

Segundo Corona and Pani (2013) é um método de regular o fluxo de mercadorias dentro da empresa e de fornecedores e clientes externos. Esse método impõe uma solicitação de reabastecimento automático por meio de notificações enviadas para a instalação de armazenamento. Permite eliminar desperdício de stock e superprodução.

Quanto à ferramenta *kanban*, o estudo de Ahmad, Markkula and Oivo (2016) permitiu perceber pelas respostas dos entrevistados que o uso do *kanban* traz vários benefícios tais como trazer visibilidade ao trabalho, ajudar a reduzir o trabalho em andamento, melhorar o fluxo de desenvolvimento, aumentar a comunicação da equipa e facilitar a coordenação. Podemos ainda destacar outro estudo visando a implementação do sistema *kanban* dentro da cadeia de suprimentos farmacêuticos. O estudo de caso forneceu uma visão sobre os benefícios e desafios decorrentes da

aplicação desta técnica, dentro de um grupo de farmacêuticos, na Grécia. Há duas descobertas principais: em primeiro que a adoção do sistema *kanban* proporciona um benefício estratégico e melhora a qualidade dos serviços, e em segundo lugar, também fornece uma base para uma estratégia de mudança operacional; oferece a oportunidade para a organização de se afastar dos atuais sistemas de entrega e logística de envio para melhorar os modelos de estratégia de logística.

➤ *Jidoka*

Conceber equipamentos para automatizar parcialmente o processo de fabricação (a automação parcial é geralmente muito mais barata que a automação completa) e para parar automaticamente quando os defeitos são detetados. Depois do *Jidoka*, os trabalhadores podem controlar simultaneamente várias estações (redução dos custos de mão-de-obra) e muitos problemas de qualidade podem ser detetados imediatamente (melhoria da qualidade) (Rüttimann & Stöckli, 2016).

➤ TPM (*Total Productive Maintenance*)

Manutenção Produtiva Total, descreve uma relação sinérgica entre as funções organizacionais, mas particularmente entre a produção e a manutenção, para melhoria contínua da qualidade do produto, eficiência operacional, garantia de capacidade e segurança. A essência do TPM é a capacitação e o envolvimento dos operadores no equipamento (Jostes & Helms, 1994). O resultado estratégico positivo desta implementação é a redução da ocorrência de avarias inesperadas nos equipamentos que interrompem a produção e levam a perdas anuais muito significativas (Gosavi, 2006).

➤ *Visual Management*

A gestão visual pode ser definida como uma ferramenta simples de utilizar que permite, a todos os que estejam num determinado posto de trabalho, compreender tudo o que está à sua volta. Um posto de trabalho visual é um pilar importante para sustentar as iniciativas das diversas ferramentas *lean*, porque permite que as melhorias sejam de fácil compreensão, coerentes e que sejam cumpridas após a implementação. Locais de trabalho visuais têm um ambiente de trabalho que é auto-organizado, autoexplicativo e que melhora constantemente devido às ajudas visuais (Soares, 2014).

O objetivo da abordagem visual é identificar e eliminar déficits nas informações por meio de soluções visuais que abrangem todos os locais de trabalho e ambientes intencionais. Um local de trabalho visual é um ambiente de trabalho auto-orientado, autoexplicativo, autorregulador e auto aperfeiçoador, onde o que deveria acontecer acontece sempre na hora, devido a dispositivos visuais. Num local de trabalho escasso em termos de informações, as pessoas fazem muitas perguntas e muitas das mesmas perguntas repetidamente ou inventam coisas. Essas perguntas sobre a falta de informações fazem perder tempo e causam atrasos. Isso acontece por exemplo em todos os sistemas de saúde. Essas questões estão enraizadas na falta de informações, informações que não existem ou que não são prontamente aparentes, daí a necessidade

de gestão visual. A gestão visual também deve, idealmente, ser usada para a tomada de decisões em tempo real (Galsworth, 2004).

➤ *Andon*

O *Andon* é uma importante ferramenta de gestão visual. É o termo do japonês para “lâmpada” e tipicamente é um painel luminoso com linhas de números que correspondem às estações de trabalho ou máquinas, e servem para detetar um problema nessas estações (Kamada, 2017) . Conforme o exemplo da figura 2.



Figura 2 – Andon de uma linha de Chassis (Kamada, 2017)

➤ *Poka Yoke*

Deteção e prevenção de erros de conceção nos processos de produção para ter zero defeitos. Isso decorre do facto de que é difícil (e caro) encontrar todos os defeitos por inspeção, e a correção de defeitos geralmente torna-se muito mais cara em cada estágio da produção. Esta ferramenta do *lean* usa um tipo de controlo físico e sensores que impedem a ocorrência de erros, interrompendo a produção, se necessário (Robinson, 1997) .

➤ *Standard Work*

A padronização do trabalho significa seleccionar a melhor maneira possível de executar uma atividade, aplicando-a e padronizando-a. Um alto grau de especificação reduz a variação, o que melhora a qualidade, a produtividade e os custos. O uso de uma sequência bem definida de etapas para um trabalho específico deixa claro quando há um desvio das especificações (Beckers, 2015).

➤ *OPL (One Point Lesson)*

Uma OPL é uma comunicação sobre um breve procedimento operacional padrão, é usada para comunicar aos operadores métodos de trabalho que são simples. Reduzindo o tempo de execução da tarefa e eliminando quase na totalidade a probabilidade de erro (Jonet, 2014).

➤ *OEE (Overall Equipment Effectiveness)*

O objetivo estratégico das implementações do TPM é reduzir a ocorrência de falhas inesperadas na máquina que interrompem a produção. O OEE oferece uma ferramenta de medição para avaliar o desempenho do equipamento e assegurar informações relevantes para a melhoria da produtividade (Oliveira, Sá, & Fernandes, 2017).

➤ *Line Balancing*

O *Line Balancing* é o procedimento de alocação de tarefas a estações de trabalho dentro de uma linha de montagem, distribuindo a quantidade de trabalho uniformemente. Para atingir este objetivo, os conceitos tempo de ciclo e *takt time* devem ser percebidos (Oliveira et al., 2017). Para Fekete and Hulvej (2013), o *takt time* tem como objetivo definir o tempo de produção de acordo com a procura real do mercado. Ao alinhar a produção com a procura, existe um ritmo ideal, também chamado de “*pull system*”; por outras palavras: as necessidades do mercado “puxam” a produção e não o contrário. Assim, é um método *lean* que alinha a taxa de produção com a procura dos clientes. É definido como o tempo de produção esperado/procura do cliente. O *takt time* fornece um método simples, coerente e intuitivo de produção de tempo. Pode ser facilmente expandido para fornecer uma meta de eficiência para a empresa (peças reais/peças-alvo) (Duanmu & Taaffe, 2007).

➤ *Spaghetti Diagram*

Uma ferramenta que pode servir como adjuvante à ferramenta 5S, de modo a proceder à reorganização do espaço da organização ou do serviço são os chamados diagramas ou mapas de “Spaghetti”. Um *Spaghetti Diagram* é uma ferramenta *lean* muito comum e é utilizada para ilustrar o fluxo físico dos pacientes, empregados ou produtos enquanto estes se movem através das múltiplas fases de cada processo (Daley, 2009). Na figura 3 seguinte é possível observar uma forma esquemática de um *Spaghetti Diagram*.

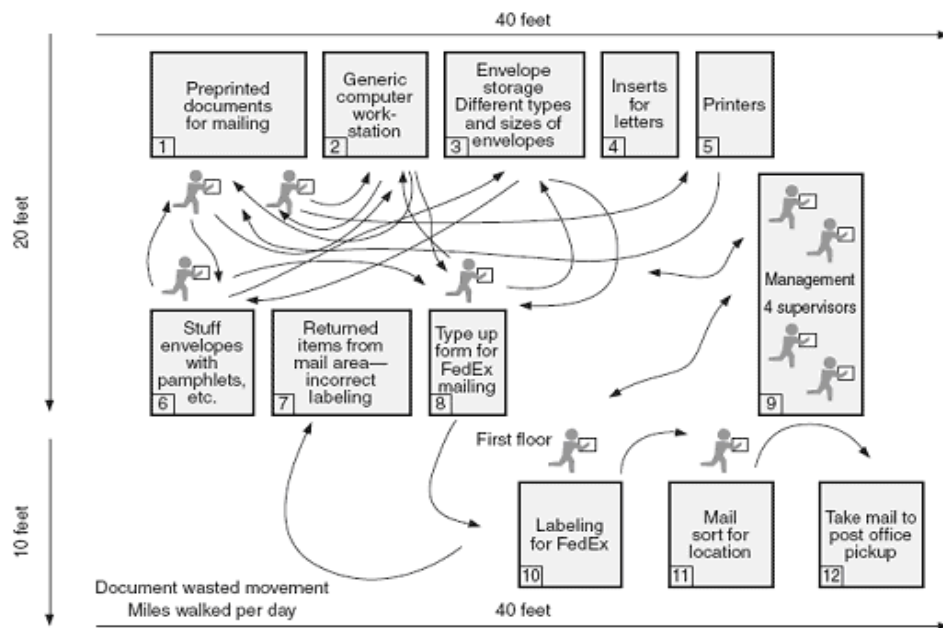


Figura 3 - Exemplo genérico de um *Spaghetti Diagram* (fonte: <http://asq.org/img/laq/spaghetti-diagram-example.gif>).

Através desta ferramenta é possível observar a movimentação que se faz em cada processo, ajudando a identificar desperdícios que muitas vezes não se tem conhecimento da sua existência, sendo um importante mecanismo para identificar problemas de layout que criam má circulação, viagens extra e tempo perdido (Daley, 2009).

➤ WID (*Waste Identification Diagrams*)

O WID é uma nova e poderosa ferramenta de representação, para ajudar os gestores a identificar a maioria das formas de desperdício. Permite a descrição de unidades de produção, destacando visualmente os principais problemas que impedem as empresas de atingir fluxos de produção simplificados. O WID é fácil de entender (devido à semântica da notação gráfica desenvolvida), permite um diagnóstico visual imediato dos locais mais relevantes de resíduos e pode ser usado como uma ferramenta de melhoria contínua. Com o WID, é possível representar não apenas uma única rota de produção (de uma determinada família de produtos), mas muitas a única limitação é o tamanho do diagrama (Sá, Carvalho, & Sousa, 2011). Na figura 4 está um exemplo de um WIP de uma unidade de produção real.

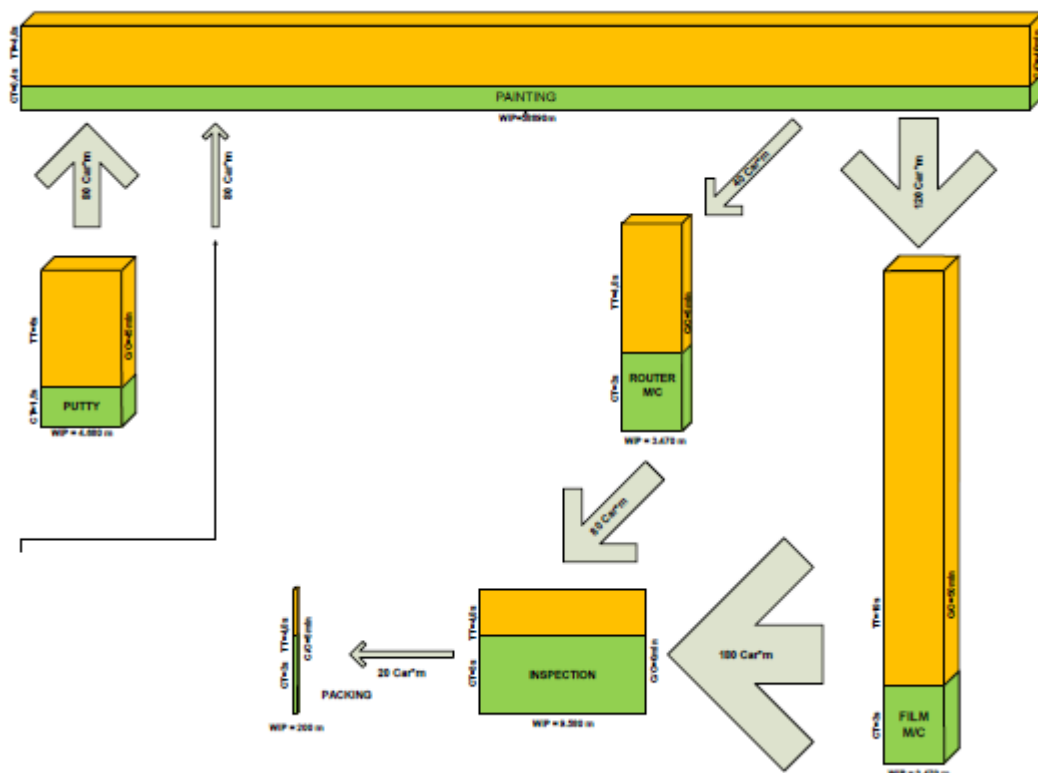


Figura 4 - Exemplo de um WIP de uma unidade de produção real (Sá, Carvalho, & Sousa, 2011).

➤ *Kaizen Daily*

É uma metodologia para desenvolver equipas com a prática de rotinas diárias que tem por finalidade monitorizar os padrões do processo, identificar desvios dos padrões, resolver problemas para atingir e melhorar padrões, refletir, aprender e desenvolver habilidades. Os 8 princípios do *kaizen daily* são: criar valor, eliminar desperdícios, envolvimento, ir ao *gemba*, gestão visual, padronização, reuniões eficientes e autonomia. O *kaizen daily* cria e melhora a cultura de melhoria contínua, gera pequenas melhorias que somadas se tornam grandes, auxilia a identificação e eliminação de desperdícios, melhora a visão sistémica, motivação de equipas, permite uma rápida deteção e correção de erros e implementa melhorias de baixo investimento de forma rápida. Instituto *Kaizen* (2012). Manual *Kaizen* Diário.

2.2 A Segurança

2.2.1 Conceito

A segurança é definida como um estado em que os perigos e condições que levam a danos físicos, psicológicos ou materiais são controlados, a fim de preservar a saúde e o bem-estar dos indivíduos e da comunidade (Maurice, Lavoie, Chapdelaine, & Bélanger-Bonneau, 1997). Esse estado não está relacionado apenas à ausência de lesões intencionais ou não intencionais. Também deve levar a uma percepção de estar protegido

do perigo. Inclui, portanto, duas dimensões: uma é objetiva e é avaliada medindo-se o número de lesões ou parâmetros factuais comportamentais e ambientais (por exemplo, mortes relacionadas ao tráfego registadas numa comunidade, número de colisões numa intersecção perigosa) (Cooper, 2000). O outro é subjetivo e avaliado de acordo com a sensação de estar fora de perigo. Ambas as dimensões, por vezes, podem influenciar-se umas às outras positiva ou negativamente (Baram & Schoebel, 2007).

A segurança resulta de um processo complexo no qual os seres humanos interagem com os seus ambientes físicos, sociais, culturais, tecnológicos, políticos, económicos e organizacionais (Hudson, 2007). Atingir um nível ótimo de segurança requer que indivíduos, comunidades, governos e outros criem e mantenham as seguintes condições, seja qual for o cenário (Guldenmund, 2000; Maurice et al., 1997) :

1) Um clima de coesão social, paz e equidade entre grupos que protege os direitos humanos e liberdades. Esta condição refere-se a uma sociedade que é justa e onde há harmonia e coexistência não violenta entre grupos e comunidades de diferentes raças, géneros, idades, religiões, países, etc. em interferir com os direitos e liberdades dos indivíduos. Esta condição implica que a população seja protegida da guerra ou de qualquer outra forma de violência organizada. Deve avançar para uma redução da pobreza e das desigualdades, que causam muitos problemas de segurança (Lawrie, Parker, & Hudson, 2006);

2) O respeito dos valores do indivíduo, bem como a sua integridade física, material e psicológica. Esta condição refere-se à coexistência harmoniosa e não violenta de indivíduos dentro de um ambiente vivo. Este estado permite que cada indivíduo viva sem o medo de ser pessoalmente atacado, seja psicologicamente (por exemplo, assédio, comentários odiosos) ou fisicamente (por exemplo, agressão) e ser capaz de desfrutar dos seus pertences sem medo de os ver roubados. Ao contrário da primeira condição (um clima de coesão social e equidade), que se refere às interações entre os grupos, esta condição refere-se às interações entre os indivíduos (Sorensen, 2002);

3) A prevenção e controlo de lesões e outras consequências ou danos causados por acidentes. Isto significa a presença de ambientes e comportamentos que impedem a ocorrência de lesões corporais resultantes de uma repentina transferência de energia (mecânica, térmica, elétrica, química ou radiante) ou da privação súbita de qualquer elemento vital (por exemplo, privação repentina de oxigénio em caso de afogamento);

4) A provisão de medidas eficazes para assegurar a presença das três condições anteriores. Esta condição refere-se a um estado de preparação para lidar com eventos traumáticos indesejáveis. Refere-se a recursos (materiais, humanos e financeiros), a programas e serviços disponibilizados numa comunidade para minimizar os danos causados por um evento lamentável (danos físicos ou outros danos, como problemas de adaptação social ou choque pós-traumático) e facilitar a reabilitação de indivíduos ou comunidades afetadas (Maurice et al., 1997).

Estas quatro condições são importantes e relevantes para configurações de diferentes escalas (por exemplo, família, escola, local de trabalho, bairro, cidade e nação). Embora não sejam exaustivas, elas são úteis para delinear o domínio da segurança. Ao destacar alguns dos componentes básicos de segurança, examinar essas

condições leva a uma melhor compreensão da contribuição potencial de cada setor para aumentar a segurança e, portanto, chama a atenção para as áreas comuns em que elas podem colaborar com mais eficácia (Mearns, Whitaker, & Flin, 2003).

A segurança é considerada como um estado resultante de um equilíbrio dinâmico que é estabelecido entre os diferentes componentes de uma determinada configuração. É o resultado de um processo complexo em que os humanos interagem com o meio ambiente (Maurice et al., 1997). Por ambiente, entende-se não apenas os ambientes físicos, mas também os sociais, culturais, tecnológicos, políticos, económicos e organizacionais. Por outro lado, a segurança não deve ser definida como uma ausência total de perigos. De facto, não deve necessariamente ser o objetivo final a ser alcançado (Maslow, 1968). Um certo nível de perigo pode estimular um estado de vigilância que, por sua vez, pode ter um efeito protetor. Além disso, pode-se considerar que, a exposição a riscos (perigos) também é necessária para as várias aprendizagens da vida. A exposição a perigos menores transmite uma certa "imunidade" para resistir a agressões potencialmente mais severas. Portanto, não se deve procurar eliminar todos os perigos, mas procurar controlar os perigos para proteger a saúde e o bem-estar dos indivíduos e da comunidade (Cox & Cheyne, 2000). Além disso, esta definição implica que a segurança é mais do que a ausência de eventos violentos ou de lesões. Na verdade, a segurança deve levar a uma sensação de bem-estar essencial para o florescimento de qualquer indivíduo ou comunidade. Assim, quanto à saúde, a segurança é considerada como um recurso necessário para indivíduos ou comunidades alcançarem as suas aspirações (Cooper, 2000).

A segurança é mais do que apenas uma condição em que um ser humano está livre de ferimentos, lesões ou perdas. Grimaldi and Simonds (1975) definiram segurança como controlo confiável de danos. De acordo com esta abordagem, o nível mínimo de segurança ocupacional é atingido quando a frequência e a gravidade dos acidentes ocupacionais se encontram num nível aceitável. De um ponto de vista técnico e organizacional, a segurança pode ser entendida como uma característica de um sistema, uma propriedade similar como qualidade, confiabilidade ou credibilidade (Roland & Moriarty, 1990).

2.2.2 A Segurança em Empresas

A segurança no trabalho tanto nas empresas como noutras organizações é considerada, atualmente, como o resultado combinado de vários fatores, nomeadamente comportamento humano (erro humano e violação de procedimentos e regras do trabalho), fatores organizacionais como supervisão, condições e processos de trabalho, planeamento e aprendizagem organizacional e condições latentes como a ausência ou disfuncionalidade das barreiras físicas e funcionais na prevenção de acidentes, a falta de recursos para mitigar ameaças e neutralizar eventos ou as precárias condições do sistema que o tornam altamente sensível e instável (Hollnagel, 2004).

A segurança e a saúde nas organizações designam uma área preocupada com o desenvolvimento, promoção e manutenção do ambiente de trabalho, políticas e

programas que asseguram o bem-estar mental, físico e emocional dos funcionários, além de manter o ambiente de trabalho relativamente livre de ou riscos potenciais que possam ferir os funcionários. É da responsabilidade do patrão ou do empregador manter um local de trabalho seguro e saudável. Um sistema de gestão de segurança e saúde, ou programa de segurança, pode ajudar a concentrar os esforços na melhoria do ambiente de trabalho. O plano deve descrever o que os funcionários nas empresas fazem para evitar lesões e doenças no seu local de trabalho (Griffin & Neal, 2000).

A segurança nas empresas desempenha um papel preponderante na motivação dos trabalhadores. Qualquer empresa sabe que o atrito e o absenteísmo dos funcionários podem ser obstáculos importantes. Quando é criado um local de trabalho saudável e seguro, esses problemas são reduzidos de várias maneiras. Orçamentando as melhorias de segurança e tornando a segurança parte do plano operacional, é gerada confiança. Ao envolver os funcionários nas decisões de segurança - por meio de relatórios, comitês, orientações e reuniões - demonstra-se que a opinião deles é importante para o patrão. Se se presta atenção à opinião dos funcionários e se se melhora a segurança deles, prova-se, de forma tangível, que há uma preocupação com o seu bem-estar (Reason, 1998).

A segurança e a saúde nas empresas contribui para demonstrar que uma empresa é socialmente responsável; protege e reforça a imagem de marca e o valor da marca; ajuda a aumentar a produtividade dos trabalhadores; reforça o compromisso dos trabalhadores para com a empresa; cria mão-de-obra mais competente e mais saudável; reduz os custos para a empresa e as quebras de produção; permite que as empresas correspondam às expectativas dos clientes em matéria de segurança e saúde no trabalho; e incentiva os trabalhadores a permanecerem na vida ativa durante mais tempo (Christian, Bradley, & Wallace, 2009). Damião (1995), menciona os benefícios para as organizações caso estas decidam investir na segurança e na saúde em contexto laboral: aumento de produtividade e por consequência incremento de resultados das empresas; elevados padrões de qualidade dos produtos e serviços prestados; menores custos indiretos relacionados com paragens e perdas de produção; menores custos diretos relacionados com indemnizações por lesão, incapacidades, etc. aumento significativo da imagem da empresa junto dos trabalhadores e clientes/fornecedores.

A liderança em segurança é definida como o processo de definir o estado desejado, estabelecer a equipa para obter sucesso e comprometer-se nos esforços discriionários que orientam o valor da segurança (Cooper, 2000). A cultura de segurança de uma empresa é impulsionada pela equipa de liderança executiva que cria, cultiva e sustenta a jornada de uma empresa para a excelência (HSE, 2008). Estes executivos definem a visão e a direção estratégica, fornecem recursos e enfatizam e reforçam constantemente a importância da segurança para as pessoas e os negócios.

A liderança em segurança eficaz é conhecida por ser financeiramente benéfica para o desempenho final de uma empresa (Veltri, Pagell, & Behm, 2007). Isso afeta positivamente o comportamento e as atitudes de segurança dos funcionários, ajuda a reduzir as taxas de lesões e os prémios de seguro e contribui para o aumento da produtividade, eliminando os problemas de produção. A excelência operacional e de

segurança anda de mãos dadas. Empresas que são boas em gerir a segurança também gerem bem as operações (Muñiz, Péon, & Ordáz, 2009).

Uma liderança eficaz em segurança também diz respeito a manter um equilíbrio entre cuidar e controlar (Bass, 1999). Líderes eficazes demonstram que se preocupam genuinamente com as pessoas, envolvendo todos na segurança; mostrando apreciação; genuinamente confiando nas pessoas para fazer a coisa certa; ouvindo os seus seguidores; e atuando em informações relevantes. Eles também controlam as atividades e os resultados, definindo uma direção clara para a ação, esclarecendo expectativas, responsabilizações e responsabilidades, e estabelecendo e mantendo metas de melhoria. O desempenho é otimizado quando um líder consegue equilibrar perfeitamente os dois; muito cuidado ou muito controlo leva ao mau desempenho (Clarke, 2013).

Com a finalidade de garantir atenção suficiente à segurança, muitas empresas têm vindo a implementar diferentes tipos de procedimentos de gestão de segurança ou um sistema de gestão de segurança que forma uma filosofia de gestão real (Booth & Lee, 1995). A gestão de segurança significa um controlo abrangente de segurança e inclui a gestão de métodos, procedimentos e pessoas (Hollnagel, 2004). Esta compreende ações preventivas e corretivas que visam melhorar o ambiente de trabalho e enfatiza o papel da gestão como um órgão que controla e se encarrega da segurança (Cooper, 2000). A gestão é, assim, responsável por estabelecer metas, fornecer recursos e supervisionar a implementação.

Embora os sistemas de gestão de segurança possam variar consideravelmente na sua implementação prática, todos eles são utilizados com o objetivo de controlar os seguintes campos: políticas e desenho de segurança (incluindo a definição de objetivos de segurança, priorização de objetivos, desenvolvimento de programas); organização e comunicação (definição de responsabilidades, criação de canais de comunicação); gestão de riscos (identificação de riscos, avaliação de riscos, métodos de controlo); auditoria e avaliação (Clarke, 1999; Pidgeon, 1998).

2.2.3 A Gestão do Risco

Apesar da impossibilidade de uma empresa prever todos os riscos inerentes ao seu projeto, alguns riscos dos mais comuns podem ser detetados. A gestão desses riscos requer a implementação de um estudo estratégico. Antes de determinar as etapas da gestão de riscos, é essencial compreender no que consiste e determinar os seus princípios (Crane, Gantz, Isaacs, Jose, & Sharp, 2013).

A gestão de riscos é a disciplina que procura identificar, avaliar e priorizar riscos relacionados às atividades de uma organização, independentemente da natureza ou origem desses riscos, processá-los metodicamente de maneira coordenada e económica, de modo a reduzir e controlar a probabilidade dos eventos temidos e reduzir o eventual impacto desses eventos (Daroit & Feil, 2016).

Segundo Ávila (2014), cada empresa enfrenta riscos que podem ameaçar o seu sucesso. O risco é definido como a probabilidade de um evento e as suas consequências.

A gestão de riscos é o uso de processos, métodos e ferramentas para gerir esses riscos. A gestão de riscos concentra-se em identificar o que pode dar errado, avaliar quais os riscos devem ser abordados e implementar estratégias para lidar com esses riscos. As empresas que identificaram os riscos estarão mais bem preparadas e terão uma maneira mais econômica de lidar com eles.

A gestão de riscos visa alcançar ou exceder os objetivos de uma organização por meio de uma abordagem ponderada de oportunidades e riscos. Eventos, ações e desenvolvimentos que podem impedir uma empresa de atingir os seus objetivos e executar sua estratégia são avaliados (Dionne, 2013). A gestão de riscos é responsabilidade da direção da empresa e contribui para melhorar o desempenho e a eficiência de uma organização. Permite implementar requisitos de segurança e garantir a realização de objetivos das organizações e sistemas. O risco inclui as oportunidades e o potencial de danos. O cenário é avaliado de acordo com a sua probabilidade e as suas consequências. O risco não inclui apenas perdas súbitas, mas também disfunções insidiosas inesperadas (Moles, 2016).

Para Ennouri (2013), os riscos podem ser definidos como um perigo que afeta a riqueza e as decisões. A gestão de riscos traduz-se num processo de avaliação dos ganhos e dos custos para reduzir riscos e escolher soluções apropriadas. A decisão deve levar em conta as diferentes circunstâncias que envolvem o projeto (Massingham, 2010). Os riscos inerentes à empresa existem sob diversas formas:

- Risco de crédito: o caso de um devedor que pode não ser capaz de honrar os seus compromissos;
- Risco de taxa de juros: o caso de uma alteração no preço de um título (dívida) ou um produto derivado como resultado de uma alteração nas taxas de juros;
- Risco de liquidez: risco relacionado a uma transação de venda ou compra;
- Risco de contraparte: a existência de uma falha por parte do vendedor ou do comprador durante uma transação;
- Risco operacional: risco relacionado à realização de atividades dentro da empresa;
- Risco cambial: risco associado à variação da taxa de câmbio.

Um processo de gestão de riscos implica a identificação metódica dos riscos em torno das atividades da sua empresa, a avaliação da probabilidade de um evento ocorrer, a compreensão de como responder a esses eventos, a criação de sistemas para lidar com as consequências, e ainda, a vigilância da eficácia das suas abordagens e controlos de gestão de risco (Hoppes et al., 2014). Desta forma, podemos concluir que o processo de gestão de riscos tem as seguintes vantagens:

- Melhora a tomada de decisões, planeamento e priorização;
- Ajuda a alocar capital e recursos de forma mais eficaz;
- Permite antecipar o que poderia dar errado, minimizar desastres ou perdas financeiras graves;
- Identificação e gestão de riscos e oportunidades, prevenção de imponderáveis de negócios e minimização de perdas;

- Assegurar o futuro a longo prazo;
- Otimizar a capitalização e garantir capacidade de retorno a longo prazo;
- Identificar e aproveitar oportunidades para a empresa;
- Melhorar a comunicação, bem como o gerenciamento de riscos e oportunidades.

A gestão de riscos torna-se ainda mais importante se a empresa decidir experimentar algo novo, como lançar um novo produto ou entrar em novos mercados. O facto de que os concorrentes estão a segui-los nesses mercados, ou avanços tecnológicos que tornam o seu produto redundante, representam dois riscos que pode querer ter em conta nesses casos (Dionne, 2013).

2.2.4 Sistemas de Segurança e Saúde no Trabalho

A saúde e a segurança ocupacional no trabalho são uma importante questão social que tem implicações financeiras para as organizações, para os funcionários e para a sociedade. Até agora, as ferramentas de controlo de gestão têm sido pouco usadas para auxiliar a gestão e a tomada de decisões nessa área (Mori & Takebayashi, 2002). A fim de melhorar continuamente a saúde e segurança no trabalho, envolvendo todos os níveis (da gestão à equipa), a empresa pode criar um sistema de gestão. Isso permitirá que o empregador dependa de um repositório e integre essas áreas à sua organização interna (Yoon et al., 2013).

Para Wachter and Yorio (2014), um sistema de gestão da saúde e da segurança no trabalho é um sistema de gestão que combina pessoas, políticas e meios para melhorar o desempenho de uma empresa no âmbito da saúde e segurança. É uma ferramenta que permite controlar melhor a organização da empresa e progredir continuamente, integrando a saúde e a segurança no trabalho a todas as funções. É um sistema destinado a melhorar o desempenho de uma empresa em termos de saúde e segurança no trabalho, combinando política de prevenção, recursos e pessoal num processo de melhoria contínua (Y. Kim, Park, & Work, 2016).

A certificação é o reconhecimento, por um organismo independente do fabricante ou fornecedor de serviços, da conformidade de um produto, serviço, organização ou equipa com os requisitos estabelecidos num documento de referência. Também é importante falar sobre as avaliações dos riscos, e esta é uma abordagem que consiste em identificar perigos e medir os riscos a que os funcionários de um estabelecimento estão sujeitos, com vista a implementar ações corretivas e prevenção (Mohammadfam, Kamalinia, & Momeni, 2017).

É fundamental ainda, referir determinadas questões como por exemplo, a existência de um sistema de gestão de saúde e segurança no trabalho permite a nível humano, a redução do número de acidentes, melhoria da saúde e segurança do pessoal; a nível organizacional permite o domínio da organização da empresa, antecipação de mudanças. No que diz respeito ao social, há uma melhoria da imagem da empresa, cultura de saúde e segurança na empresa; e por fim, no âmbito financeiro, possibilita a aquisição de novos mercados que exigem certificação obrigatória nesta área (Jilcha & Kitaw, 2016).

Durante muito tempo, as grandes empresas estabeleceram os seus padrões de segurança usando o conceito do sistema de gestão e os princípios da melhoria contínua. Na última década, as motivações das empresas para o estabelecimento de um sistema de gestão de saúde e segurança no trabalho têm-se juntado àqueles expressos para o estabelecimento de sistemas de qualidade e de gestão ambiental (Keles, 2005). Um sistema de gestão de saúde e segurança no trabalho faz parte do sistema geral de gestão da empresa. A adoção de um tal sistema é a expressão de uma abordagem global e de gestão para a prevenção de riscos no trabalho. É baseado num repositório e segue uma abordagem de mudança que deve ser animada e suportada (Bastos, Sá, Silva, & Fernandes, 2014).

Muitos autores enfatizam o papel crucial da gestão da segurança na redução do custo dos acidentes de trabalho. A segurança implica inevitavelmente a prevenção de acidentes de trabalho e, no que diz respeito à prevenção, toda uma série de medidas existem para as empresas, desde programas preventivos mais básicos até aos muito sofisticados.

A partir do estudo de Rinefort (1976), podemos afirmar que as variáveis mais eficazes para reduzir os custos numa ordem decrescente são: as regras de segurança, a formação a nível da segurança, as atividades de receção aos novos funcionários, as reuniões, os equipamentos médicos e pessoal. Por outro lado, as outras variáveis são as menos eficientes. Além disso, o custo médio das medidas de prevenção de incidentes representa aproximadamente 8,4% do salário médio por hora para a indústria química, 7,1% para a indústria de papel e 13,7% para a indústria madeireira. Finalmente, o autor descobriu que as empresas com menos acidentes gastavam menos nos seus programas de segurança. Na verdade, empresas com resultados insatisfatórios em saúde e segurança no trabalho têm que gastar muito mais dinheiro do que outras para tentar remediar a situação.

Harms-Ringdahl (1990) apresenta um modelo para avaliar a segurança nas empresas. Descreve três etapas para tornar o local de trabalho mais seguro: o sistema de pesquisa, a implementação das medidas e o sistema, uma vez operacional. Para cada etapa, a empresa arca com custos, mas garante certos benefícios. O modelo desenvolvido por Harms-Ringdahl foi aplicado a quatro estudos de caso na Suécia e, para todos eles, os resultados foram positivos, ou seja, a segurança foi melhorada com a diminuição do número de casos de acidentes (Harms-Ringdahl, 2013).

A saúde e a segurança no trabalho trazem vantagens para a empresa e é de qualquer maneira uma obrigação legal e social. É claro que as empresas apreciam o facto de que a saúde e a segurança no trabalho contribuem para reduzir os acidentes de trabalho e as doenças no trabalho, mas também que é um elemento essencial do seu sucesso.

2.3 Integração do *lean* e Segurança

Num contexto em que as restrições económicas são cada vez mais fortes, a abordagem *lean* apresenta para as empresas argumentos atraentes em termos de melhoria da qualidade, produtividade e redução de prazos de entrega. Mas mal utilizado, pode ser devastador. Apareceu na indústria automóvel, na Toyota, e então declinou amplamente noutros setores industriais, o *lean* foi criticado durante a década de 1990 por uma intensificação do trabalho associada a uma deterioração das condições de trabalho e da saúde (Cirjaliu & Draghici, 2016).

Nas últimas duas décadas, muitos estudos mostraram uma degradação das condições de trabalho, uma intensificação do trabalho, um aumento do stress e dos distúrbios músculo-esqueléticos. No caso do *lean* deparamo-nos com alguns paradoxos operacionais, isto é, na realidade aspetos do *lean* que deveriam ter um efeito positivo na saúde no trabalho e que têm o efeito oposto devido à maneira como são implementados (Landsbergis et al., 1999).

Um estudo estatístico que explora os resultados dos inquéritos europeus sobre as condições de trabalho suscita a questão das ligações entre as condições de trabalho dos trabalhadores e das organizações de trabalhadores, inspiradas, em especial, pelo *lean*: trabalho em equipa, rotação de tarefas, muitas restrições de ritmo, controlo de qualidade, resolução de problemas, baixa autonomia processual (Molamohamadi & Ismail, 2014; Ramnath, Kumar, & Mohamed, 2014).

Os autores do estudo comparam então as condições de trabalho (condições físicas de trabalho, posturas, perturbações e riscos tóxicos, horas e duração, pressões de tempo, etc.) de acordo com as formas altamente contrastadas de organização do trabalho que existem (Bouville & Alis, 2014; Drotz & Poksinska, 2014). As suas análises estatísticas destacam diferenças significativas em termos de condições de trabalho, exposição a diferentes fatores de risco e sentimentos dos empregados em relação à saúde no trabalho. De acordo com Sakouhi and Nadeau (2016) comparado com outras configurações de trabalho, na configuração na produção *lean* sobressaem os diferentes aspetos:

- Está mais frequentemente associado a alta intensidade de trabalho, interrupções no trabalho, stress e distúrbios psicológicos (ansiedade, insónia, irritabilidade), a trabalho noturno, horários atípicos e horários flexíveis, perturbações e riscos tóxicos (exposição aos fumos, poeiras, vapores de solventes ou diluentes, produtos químicos, produtos que possam ser infecciosos, radiação), o transporte e o deslocamento de cargas pesadas, exposição ao frio;
- Expõe tanto a certas restrições quanto à permanência prolongada e está associado a dores musculares (ombros, pescoço, membros superiores);
- Está menos frequentemente associado a posições dolorosas ou cansativas, movimentos repetitivos, dor nas costas.

Para Genaidy and Karwowski (2003), do ponto de vista da saúde dos trabalhadores, o método de organização *lean* representa um problema para os defensores da prevenção. De facto, alguns defendem a ideia de que o *lean* vai na direção da saúde no trabalho, pois oferece a integração de padrões antropométricos no estabelecimento de padrões de trabalho, diversidade mais gestual com a linha em U ou a versatilidade e rotação das posições, bem como o enriquecimento das tarefas e tendo em conta o conhecimento dos operadores. Exceto que, estatisticamente, ao introduzir o *lean*, observamos uma deterioração das condições de trabalho, um aumento do stress e um aumento das lesões (os distúrbios músculo-esqueléticos em particular) (Koukoulaki, 2014).

Outros estudos realizados em empresas com o método de trabalho *lean* mostraram que a introdução abrupta de certas mudanças inspiradas no *lean* pode provocar um aumento de acidentes e/ou doenças de trabalho. Mais amplamente, qualquer mudança organizacional pode ter um impacto nas condições de trabalho e na saúde e segurança dos funcionários (Brännmark & Holden, 2013). Pesquisadores americanos mostraram um aumento no nível de stress e fadiga nos dois anos seguintes a uma reorganização, seja ela qual for. O impacto sobre a segurança deve ser temido, enquanto as mudanças nos processos e métodos operacionais ainda não estejam totalmente assimiladas pelos funcionários. Além disso, os ganhos de produtividade de curto prazo esperados pela direção podem estar na raiz do aumento da pressão da hierarquia (gestão de stress) e do trabalho intensificado para os funcionários (Mehri, 2006).

De acordo com Hasle (2014), esta situação é ainda mais temível nos sectores de atividade que já combinam uma grande complexidade, um elevado acoplamento entre os subsistemas e um elevado nível de perigo (química, saúde, nuclear). Um simples erro pode levar a um grave acidente, especialmente num contexto de novas operações ou mudanças no processo. Isso torna o sistema particularmente vulnerável em caso de aumento das tensões organizacionais e perda de espaço para manobra.

Algumas empresas que implementaram o *lean* nas suas estruturas de produção, apresentam avanços económicos impressionantes. No entanto, alguns especialistas denunciam as difíceis condições de trabalho, destacando os efeitos da pressurização e intensificação do trabalho. Algumas empresas também já se questionam hoje em dia sobre os possíveis efeitos desta abordagem. Por um lado, observam, certamente, os efeitos benéficos das reorganizações em termos de qualidade e produtividade. Mas observam também na duração das degradações na organização da produção ou no clima social: tensões, conflitos, stress.

Mehri (2006), pressupõe que isso acontece porque, de facto, e infelizmente, as empresas ainda cometem o erro de se focar apenas nos desperdícios menores, como “gestos inúteis”, enquanto negligenciam, por um lado, a análise de fatores técnicos, como o fluxo da cadeia de fornecimento, a qualidade do projeto, etc., e, por outro lado, a consideração do fator humano. Esta é claramente uma má compreensão e uso do *lean*.

O *lean* pode ser uma oportunidade para evitar riscos profissionais desde que se aproprie da abordagem sem eliminar as etapas e sem distorcer o espírito. Atualmente, a implementação do modelo *lean* é feita com muito mais cuidado. No absoluto, a implementação de uma abordagem *lean* pode, e deve ser acompanhada de reflexões a favor da saúde e segurança no trabalho (Arezes, Dinis-Carvalho, Alves, & Alves, 2015; Carter et al., 2013). Os resultados dependerão de como as ferramentas *lean* se relacionam com a política de prevenção de riscos no trabalho. A sua variação será muito variável de uma empresa para outra. Mas aproveitar essa abordagem também pode ser uma oportunidade para a prevenção. Alguns eixos permitem abordar questões de saúde e segurança no trabalho, seja como parte dos objetivos padrão de melhoria de desempenho, seja como um objetivo específico do local.

O *lean* por si só produz uma intensificação do trabalho, excesso de solicitações pela eliminação de tempos de espera e deslocamentos considerados desnecessários, enquanto muitas vezes permitem uma recuperação física e restrições cognitivas ao aumentar o número de tarefas mentais (Moreira, 2011). A pressão sobre os operadores para tratar os perigos de emergência, para aumentar a flexibilidade da produção, cria situações mais stressantes. A prevenção dos riscos relacionados ao *lean* passa por um procedimento ergonómico precoce e contínuo, uma gestão de mudanças e uma modificação e adaptação profunda de estilos de gestão (Carter et al., 2013).

Segundo Camuffo, Stefano, and Paolino (2017), o *lean* tem sido frequentemente associado a ambientes de trabalho mais seguros, de alta qualidade e com alto compromisso, caracterizados pelo desempenho humano sustentável. Por exemplo, muitas práticas de Operações *lean* aumentam o nível de “transparência” do local de trabalho (visibilidade clara de perigos, ambiente de trabalho mais limpo, etc.) para que os trabalhadores tenham a oportunidade de identificar, avaliar e sugerir controles. E isso ajuda a reduzir riscos de saúde e segurança no local de trabalho. Em particular, placas visuais e outros artefactos para visualização que são dispositivos que tornam a interação humano/tecnologia mais fácil e eficaz. Isso significa que é possível manter padrões e procedimentos eficazes e seguros e, facilitar processos de melhoria contínua. Desta forma, os sistemas são capazes de fornecer informações, sinalizar desvios, controlar e garantir a correção dos processos e, por sua vez, melhorar a segurança no local de trabalho.

Vários trabalhos têm sido publicados com o objetivo de apresentar os benefícios de produtividade, redução de custos e aumento da qualidade dos produtos e serviços, na implantação de práticas *lean*. No entanto, poucos são os estudos que indicam os benefícios relacionados à segurança e à saúde no ambiente de trabalho (Ribeiro, 2013).

O *lean* traz uma série de inovações positivas para a saúde e a segurança no trabalho, tais como: uma integração de padrões antropométricos no estabelecimento de padrões de trabalho; a linha em “U”, que traria uma maior quantidade de movimento; uma versatilidade e rotação de postos; o enriquecimento das tarefas e levar em conta o conhecimento dos operadores (Landsbergis et al., 1999; Ogunbiyi & Goulding, 2013).

As vantagens de um sistema de gestão *lean* são numerosas: evitar as redundâncias e as inconsistências, por exemplo, ter apenas um procedimento ou modo de funcionamento para uma operação em vez de três, um para a qualidade, outro para o meio ambiente e um outro para a segurança; simplificar a vida do pessoal com uma melhor gestão das competências, formação, conscientização, comunicação; a consideração simultânea das exigências de qualidade, segurança e meio ambiente em novos projetos (Bouville & Alis, 2014; Murça, 2012).

Em relação à saúde, segurança e condições de trabalho, o *lean* traz com ele uma série de oportunidades que criam impactos positivos. Podemos por exemplo falar do espaço de diálogo que é criado sobre a prevenção (von Thiele Schwarz, Karina Nielsen, Institutet, & Henna Hasson, 2017). Locais de trabalho em que estejam implementados o *Kaizen* oferecem uma oportunidade de abordar questões de saúde e da segurança no trabalho, seja como parte dos objetivos tradicionais de melhoria de desempenho ou como uma meta específica do local (Shimada & Sonobe, 2018). Na verdade, são projetos participativos, que se querem próximos do campo de atuação, envolvendo tanto quanto possível os operadores da produção, as funções de apoio e gestão. Constituem, portanto, um momento privilegiado para trocas no local de trabalho (Bouville & Alis, 2014).

Levar em conta o ponto de vista dos operadores nos locais onde está implementada a ferramenta *Kaizen* dá uma dimensão extra à sua atividade. São parte integrante do processo de melhoria contínua. O sucesso desses projetos também pode ser recompensador para eles: a organização do seu processo de trabalho, para o qual contribuíram, pode ser considerada pela empresa como exemplar (Landsbergis et al., 1999; Shimada & Sonobe, 2018).

A ferramenta VSM permite que se leve em conta os riscos relacionados com a saúde. Além do seu objetivo inicial de pesquisa de valor agregado, a análise de VSM também pode ser uma oportunidade para questionar aspetos sobre a saúde, a segurança e as condições de trabalho (Ogunbiyi & Goulding, 2013). Isso pressupõe que a equipa que conduz a análise de VSM no campo não recolha apenas informações sobre o fluxo do produto, mas amplia o seu campo de investigação a fim de analisar sistematicamente o impacto nas condições de trabalho da abolição de uma ação dita “sem valor acrescentado”; identificar e corrigir situações que representem riscos para a saúde e segurança dos operadores (Gnanavel, Balasubramanian, & Narendran, 2015).

Quanto à ferramenta 5S, esta tem um impacto positivo permitindo que o posto de trabalho esteja limpo e bem arrumado. A limpeza e o armazenamento vão no sentido da prevenção dos acidentes: os obstáculos são removidos, as passagens desimpedidas (Cirjaliu & Draghici, 2016). Ao associar um especialista em prevenção no local, os riscos associados aos postos de trabalho podem ser identificados e tratados, por exemplo, prevendo instalações para as ferramentas e os produtos perigosos. Esta ferramenta permite uma organização clara do posto de trabalho o que leva igualmente a uma melhoria das condições de outros serviços. É ainda um espaço de diálogo de forma a evitar tensões entre trabalhadores que partilham um mesmo espaço de trabalho (Michalska & Szewieczek, 2007; Perna, 2017). O 5S tem enormes benefícios no mundo da saúde e segurança e não é o único princípio *lean* usado para criar um local de trabalho mais seguro (Costa, 2018).

Segundo Morse (2014), a gestão *lean* tem um impacto positivo no bem-estar dos funcionários que trabalham de maneira diferente e estão sujeitos a menos stress. Além disso, incluí-los no processo de melhoria é gratificante para eles. O *lean* reduz custos, tornando-se uma ferramenta eficaz contra as relocalizações. As estratégias *lean* geralmente baseiam-se nas iniciativas dos trabalhadores, supondo que aqueles que fazem o trabalho sejam a melhor fonte de ideias sobre como melhorar a maneira como isso é feito. Com aceitação e adesão da equipa de produção, o proprietário de uma empresa percebe os benefícios de um recurso anteriormente oculto (Anvari, Zulkifli, & Mohd Yusuff, 2011). Por sua vez, tendo influência e contribuição no seu trabalho e como isso é feito, os trabalhadores estão mais aptos a sentirem-se envolvidos e satisfeitos consigo mesmos, com seu local de trabalho e com o trabalho que fazem, particularmente quando sentem que têm o apoio de quem manda.

Como uma ferramenta incorporada na metodologia Seis Sigma, o FMEA pode ajudar a identificar e eliminar problemas potenciais de saúde e segurança no início do desenvolvimento de um processo ou de uma nova prestação de serviços. Funciona de maneira semelhante a uma avaliação de risco, mas examina todos os aspetos, e não apenas a operação que pode causar danos. Vai um passo além de uma avaliação de risco, não apenas observando a gravidade e a ocorrência, mas também detetaria o risco (Mullarkey, Jackson, & Parker, 1995).

O *lean* melhora as condições de trabalho dos empregados e elimina os riscos no local de trabalho também (T. Ohno, 1978). Existem até alguns casos em que os pesquisadores mostraram melhorias na segurança ocupacional através do *lean* (Srinivasan, 2012). O estudo de Lima (2017) indica que a gestão *lean* tem um impacto muito positivo, com resultados na melhoria do serviço de manutenção e na moral dos colaboradores.

No sentido de demonstrar que a filosofia *lean* tem impacto na segurança, uma vez que esses dois conceitos são compatíveis e ambos contribuem para melhorar os processos, foi apresentada uma nova metodologia designada *Safety Stream Mapping* (SSM). O SSM é uma metodologia baseada em VSM e no WID que permite, através da observação de um esquema de cores, perceber as áreas/processos pertencentes ao fluxo produtivo de uma organização, qual é o risco associado e qual é a causa da falta de segurança, facilitando assim a compreensão da organização na avaliação de riscos. O SSM foi projetado para ajudar qualquer membro de uma organização, interna ou externa, a perceber o estado de segurança da organização. A metodologia foi aplicada numa empresa do setor têxtil onde foi possível concluir que a empresa apresentava um risco elevado relacionado com cada setor/processo, devido a falhas humanas, seguido de espaço e, finalmente, devido a falhas no equipamento (Gonçalves, Sá, Santos, & Gonçalves, 2019).

Os dois maiores desafios da indústria da construção são a baixa produtividade e as altas taxas de lesões, e podem ser enfrentados simultaneamente através da combinação de estratégias de produção *lean* e ferramentas tradicionais de análise de segurança. Foi realizado um estudo que integrou a segurança e uma ferramenta *lean*, o *Kaizen*, na construção de moradias modulares. A equipa de investigadores analisou o processo atual, determinou e implementou melhorias de processo e analisou o processo melhorado. Das alterações efetuadas, resultou um aumento em 16% do valor agregado às atividades e ao efetuarem estas alterações de baixo custo, os riscos de segurança foram reduzidos ou eliminados em alguns aspetos. Esses resultados sustentam a hipótese de que produtividade e segurança podem ser melhoradas simultaneamente através de ferramentas combinadas de segurança e *lean* (Ikuma, Nahmens, & James, 2010).

Através do uso de ferramentas *lean*, reduzindo o desperdício e aumentando a eficiência, geralmente resulta uma redução das etapas do processo, materiais utilizados e movimentos necessários. Essas reduções, por sua vez, reduzirão a probabilidade de ocorrência de um acidente ou contato com materiais perigosos (Nahmens & Ikuma, 2009). Num estudo realizado para determinar o impacto das ferramentas *lean* no setor industrializado de construção de casas nos Estados Unidos, este método de construção de casas tem algumas características semelhantes à construção tradicional de casas. A falta de segurança é um dos problemas crónicos na construção nos Estados Unidos. A implementação dos conceitos e técnicas do *lean* incentiva menos material na área de trabalho, um local de trabalho organizado e limpo e um fluxo de trabalho sistemático. De facto, a padronização, sistematização e regularização, da produção pode levar a uma melhor segurança como efeito colateral. Foi realizada uma pesquisa a construtores industriais de casas que tivessem *lean* implementado, medindo o impacto dessas práticas no desempenho da segurança e na satisfação dos funcionários. Os resultados da análise mostraram diferenças significativas entre os construtores que possuem ou não ferramentas *lean* implementadas para a taxa de incidência total por 100 trabalhadores. Obtiveram informações suficientes para declarar que o número de acidentes por trabalhador difere entre os construtores que usam práticas *lean* e os que não usam. Construtores que usam ferramentas *lean* apresentaram taxas de incidência

mais baixas do que aqueles que não usam. Ficou provado que os construtores de casas que usam *lean* apresentam taxas de incidência 58% menores do que aqueles sem programas *lean*, o que apoia a teoria de que a segurança melhora com o uso de pelo menos um processo *lean* (Nahmens & Ikuma, 2009).

A maior empresa de construção Dinamarquesa, realizou em 2002 uma experiência sobre o impacto da implementação de ferramentas *lean*, ao nível do lucro (nível e previsibilidade), segurança, satisfação do cliente e custos administrativos. Esta implementação foi realizada em cerca de 30 projetos que a empresa tinha em curso. Para confirmar o impacto do *lean*, os projetos que usaram ferramentas *lean* foram comparados com projetos que não usam ferramentas *lean*. Com apenas um número limitado de projetos com ferramentas *lean* implementadas, chegaram à conclusão de que ao nível da satisfação do cliente, o valor aumentou duas décimas numa escala de classificação de 1 a 5. Teve um impacto positivo no lucro, o lucro médio de 3 projetos de com *lean* implementado é aproximadamente 25% além do lucro médio dos projetos que não são tiveram *lean* implementado. Ficou ainda provado que a taxa de acidentes é mais baixa para projetos com *lean* implementado (Thomassen, Sander, Barnes, & Nielsen, 2003).

DESENVOLVIMENTO

3.1 TIPO DE PESQUISA

3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

3.3 TÉCNICA DE RECOLHA DE DADOS

3.3.1 ELABORAÇÃO DE QUESTIONÁRIO

3.4 TÉCNICA DE ANÁLISE DE DADOS

3.4.1 CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA

3.4.2 ANÁLISE DE RESULTADOS

3 DESENVOLVIMENTO

As questões que se colocam são:

A implementação de ferramentas *lean* tem impacto na segurança ocupacional das organizações?

Há alguma ferramenta que se evidencie no contributo para essas alterações e em caso afirmativo, a maturidade da implementação também contribui?

A alteração aos índices de sinistralidade é influenciada por alguma variável, setor de atividade, número de trabalhadores e certificação em segurança?

3.1 Tipo de Pesquisa

Foi feita uma abordagem qualitativa. Quanto à natureza tratou-se de uma pesquisa básica. Relativamente aos objetivos trata-se de uma pesquisa exploratória. Quanto aos procedimentos foi feita uma pesquisa de campo.

3.2 População e Amostra

Selecionou-se um conjunto de 1600 organizações portuguesas, de norte a sul e ilhas, potencialmente com ferramentas *lean* implementadas, como de facto se veio a verificar, às quais foi enviado o questionário via email. Utilizou-se como amostra para o estudo apenas aquelas que tinham ferramentas *lean* implementadas. No total conseguiu-se respostas de 189 organizações, 59 das quais com ferramentas *lean* implementadas, passando a ser consideradas como respostas válidas para o estudo.

3.3 Técnica de recolha de dados

Como técnica de recolha de dados, optou-se pelo questionário. Um questionário é extremamente útil quando um investigador pretende recolher informação sobre um determinado tema. Deste modo, através da aplicação de um questionário a um público-alvo constituído, é possível recolher informações que permitam conhecer melhor as suas lacunas. A importância dos questionários passa também pela facilidade com que se interroga um elevado número de pessoas, num espaço de tempo relativamente curto (Engel & TOLFO, 2009). Outro aspeto importante no questionário é o facto de ser igual para todos os intervenientes (Zanella et al., 2013).

O processo de recolha de dados decorreu desde 7 de agosto de 2019 a 06 de outubro de 2019. Todas as respostas aos questionários foram gravadas e transferidas automaticamente para um ficheiro em *Excel*, funções disponibilizadas pela plataforma do *Google Forms*. Consequindo-se desta forma criar uma base de dados, isto também ajudou a tornar a pesquisa mais confiável, pois proporcionou fácil rastreabilidade dos dados obtidos.

3.3.1 Elaboração de Questionário

Na elaboração do questionário foi necessário extremo cuidado na forma como se formulou as questões, bem como na apresentação do questionário. As questões foram reduzidas e adequadas à pesquisa em questão. Desenvolveram-se tendo em conta três princípios básicos: o princípio da clareza (claras, concisas e unívocas), princípio da coerência (correspondem à intenção da própria pergunta) e o princípio da neutralidade (não induzem uma dada resposta, mas sim libertam o inquirido do referencial de juízos de valor ou do preconceito do próprio autor).

No processo de elaboração do questionário optou-se por questões mistas (fechadas e abertas), abertas são aquelas em que, dentro de uma lista predeterminada, há um item aberto, por exemplo, “outros”. Foi fornecido um relato claro das necessidades permitindo que os participantes estivessem cientes do que será exigido deles.

O questionário foi criado através da plataforma *Google Forms* e é constituído por 13 perguntas. A primeira pergunta refere-se ao nome da organização. A segunda questão indica o departamento onde exerce funções a pessoa que está a preencher o inquérito, privilegiou-se o envio do questionário para pessoas que exercessem funções no departamento Qualidade Ambiente e Segurança (QAS). A pergunta 3 é relativa à localização da empresa e as zonas foram escolhidas segundo as NUTS II (Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos). A pergunta 4 incide no setor de atividade com o objetivo de efetuar comparações entre setores de atividade. O número de trabalhadores da organização foi outra pergunta importante a incluir visto que o impacto pode ser diferente em organizações grandes ou pequenas. Saber se a organização é ou não certificada em segurança e em caso afirmativo saber há quantos anos ocorreu essa certificação, são questões muito relevantes para este estudo pela interferência que poderão causar. Saber se a pessoa que está a responder ao inquérito conhece ferramentas *lean*, e quais, é igualmente um ponto importante pois fortalece a credibilidade dos dados. A resposta afirmativa à questão 10 (“A sua organização tem alguma ferramenta *lean* implementada?”) é que torna a resposta ao inquérito válida para o estudo em causa. Com a questão 11 “Identifique as ferramentas *lean* implementadas na sua organização e há quantos anos foram implementadas”, é o tipo de questão cujos resultados podem indicar que existem ferramentas cujo impacto se reflete mais ou não. As respostas à pergunta 12, que tem a ver com as alterações aos índices de sinistralidade, é que de facto vão comprovar se o *lean* tem ou não impacto na segurança das organizações.

Os índices de sinistralidade calculados foram os seguintes:

Índice de frequência – que traduz os acidentes no trabalho, com baixa ou morte, por milhão de horas trabalhadas e foi calculado por (1):

$$If = (N^{\circ} \text{ de acidentes de trabalho} / N^{\circ} \text{ total de horas x homem trabalhadas}) \times 10^6 \text{ (1)}$$

Índice de incidência – que traduz os acidentes no trabalho, com baixa ou morte, por milhar de trabalhadores e foi calculado por (2).

$$Ii = (\text{N}^\circ \text{ de acidentes de trabalho} / \text{N}^\circ \text{ médio de trabalhadores}) \times 10^3 \quad (2)$$

Índice de gravidade – que traduz os dias perdidos por acidentes no trabalho, com baixa ou morte, por milhar de horas trabalhadas e foi calculado por (3).

$$Ig = (\text{N}^\circ \text{ de dias perdidos} / \text{N}^\circ \text{ total de horas x homem trabalhadas}) \times 10^3$$

Por fim a pergunta 13 teve como objetivo verificar quais as 5 ferramentas *lean* que os inquiridos consideram que tiveram mais impacto na melhoria dos índices de sinistralidade. O questionário elaborado e que foi enviado através de contacto de email às organizações, encontra-se no Anexo I.

3.4 Técnica de análise de dados

A fase do tratamento dos dados leva o investigador à teorização sobre os dados, produzindo o confronto entre a abordagem teórica anterior e o que a investigação de campo traz de singular como contribuição. Após a recolha de dados, a fase seguinte da pesquisa é a de análise e interpretação. Estes dois processos, apesar de conceitualmente distintos, aparecem sempre estreitamente relacionados. A análise de dados é o processo de formação de sentido além dos dados, e esta formação dá-se consolidando, limitando e interpretando o que as pessoas disseram e o que o investigador viu e leu, isto é, o processo de formação de significado. A análise dos dados é um processo complexo que envolve retrocessos entre dados pouco concretos e conceitos abstratos, entre raciocínio indutivo e dedutivo, entre descrição e interpretação (Teixeira, 2003).

Os dados obtidos foram posteriormente trabalhados/codificados em *Excel* e depois transferidos para a aplicação SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*).

3.4.1 Caraterização da Amostra

As organizações que fazem parte da amostra, e de acordo com os dados que se encontram nos gráficos da figura 5, estão localizadas essencialmente da região norte e com especial incidência no setor metalomecânico.

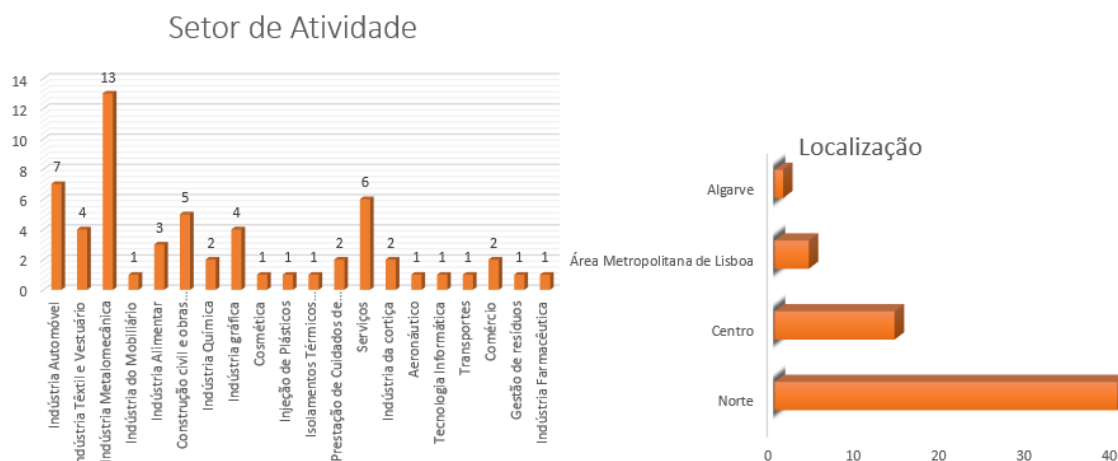


Figura 5 - Setor de Atividade e Localização das organizações

Quem se responsabilizou por responder ao questionário exerce funções maioritariamente nos departamentos de Gestão da Qualidade e Melhoria contínua ou Higiene e Segurança no trabalho o que fortalece a veracidade das respostas. Nos gráficos da figura 6, encontra-se o cruzamento desta informação com a dimensão das organizações participantes no estudo que são em larga maioria de dimensão média e grande.

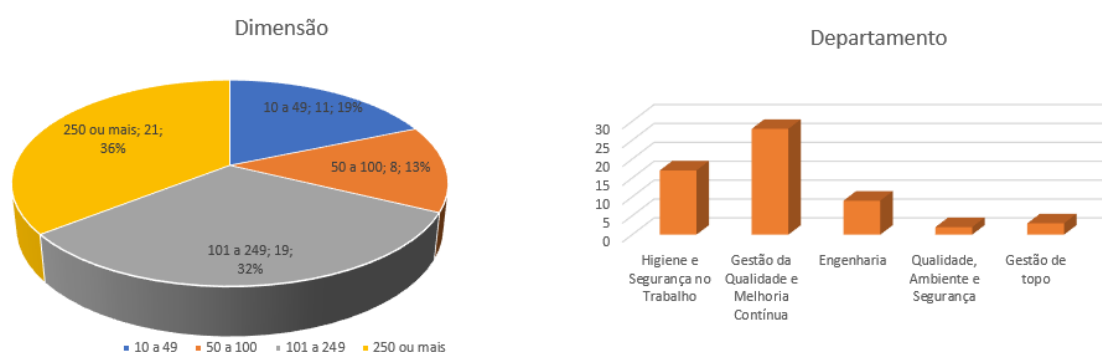


Figura 6 - Dimensão das organizações participantes VS departamento.

Da amostra, fazem parte 27 organizações que são certificadas em segurança, sendo que 14 já são certificadas há mais de 10 anos, conforme se pode confirmar através dos gráficos representados na figura 7.

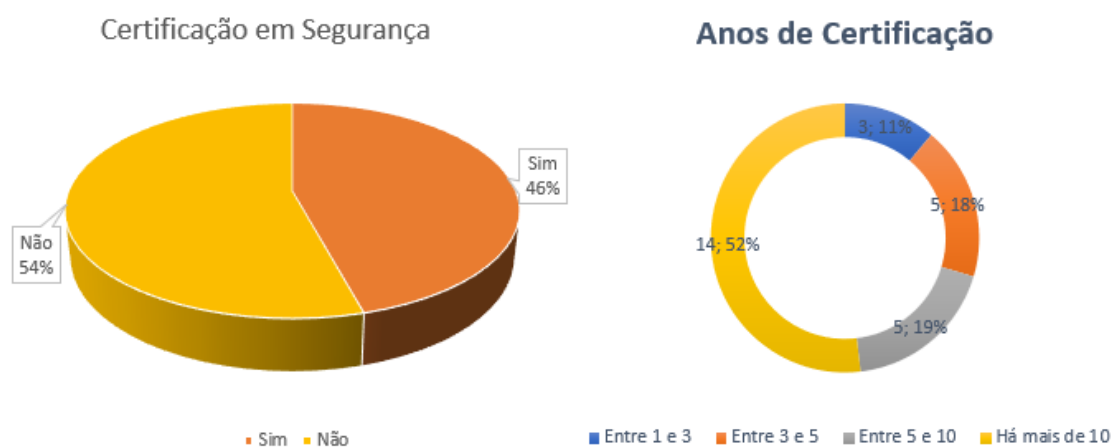


Figura 7 - Dados relativos à Certificação em Segurança.

De acordo com os dados obtidos na tabela 1, observou-se que não há organizações que tenham piorado os índices, algumas mantiveram os índices e um número razoável atestou que os índices sofreram alteração de melhoria, destas, na sua grande disseram que os índices de sinistralidade diminuiriam 20%, sendo este o valor que estatisticamente apresenta melhores resultados em termos de alteração.

Tabela 1 - Tabela geral do impacto por índice.

		n	Marginal Percentage
Lean Implementado?	Sim	59	100,0%
Índice de Incidência	Não Houve alterações	36	61,0%
	-20%	16	27,1%
	-40%	5	8,5%
	-60%	1	1,7%
	-100%	1	1,7%
Índice de Frequência	Não Houve alterações	34	57,6%
	-20%	15	25,4%
	-40%	8	13,6%
	-60%	1	1,7%
	-100%	1	1,7%
Índice de Gravidade	Não Houve alterações	37	62,7%
	-20%	12	20,3%
	-40%	7	11,9%
	-60%	2	3,4%
	-100%	1	1,7%
Valid		59	100,0%
Missing		0	
Total		59	

Em função dos dados que constam nas tabelas do Anexo II, verifica-se que as 5 ferramentas mais implementadas nas organizações, são por ordem decrescente, 5S, *Visual Management*, *Kanban*, *Kaizen Daily* e *Poka Yoke*.

Em relação à avaliação que foi dada por cada uma das organizações às 5 ferramentas que na sua opinião contribuíram mais para a melhoria das condições de segurança ocupacional, são por ordem decrescente, 5S, *Kaizen Daily*, *Visual Management*, *Standard Work* e *Kanban*.

Efetuuou-se o teste de correlação entre as ferramentas *lean* implementadas e os 3 índices de sinistralidade, confirmou-se que há correlações estatisticamente significativas entre as ferramentas *lean*. Mas não estão correlacionadas com os índices de sinistralidade. Os índices de sinistralidade têm uma forte correlação entre eles, muito

provavelmente, quanto maior for a taxa de acidentes, maior a probabilidade de haver acidentes com gravidade. Resultados deste teste no Anexo III.

Não existe correlação entre os índices de sinistralidade e as variáveis setor de atividade, dimensão da organização, certificação em segurança e anos de certificação. De acordo com os resultados apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Tabela de correlação li, lf e lg com 4 variáveis

		Setor de Atividade	Número de trabalhadores	Certificação em Segurança	Anos de Certificação	Índice de Incidência	Índice de Frequência	Índice de Gravidade
Setor de Atividade	Pearson Correlation	1	,031	,138	-,322	,093	,029	,092
	Sig. (2-tailed)		,818	,296	,101	,485	,827	,488
	N	59	59	59	27	59	59	59
Número de trabalhadores	Pearson Correlation	,031	1	,312*	,252	-,026	-,057	,016
	Sig. (2-tailed)	,818		,016	,206	,845	,668	,901
	N	59	59	59	27	59	59	59
Certificação em Segurança	Pearson Correlation	,138	,312*	1	. ^b	,173	,146	,095
	Sig. (2-tailed)	,296	,016		0,000	,190	,269	,475
	N	59	59	59	27	59	59	59
Anos de Certificação	Pearson Correlation	-,322	,252	. ^b	1	,052	,200	-,005
	Sig. (2-tailed)	,101	,206	0,000		,796	,318	,979
	N	27	27	27	27	27	27	27
Índice de Incidência	Pearson Correlation	,093	-,026	,173	,052	1	,834**	,878**
	Sig. (2-tailed)	,485	,845	,190	,796		,000	,000
	N	59	59	59	27	59	59	59
Índice de Frequência	Pearson Correlation	,029	-,057	,146	,200	,834**	1	,727**
	Sig. (2-tailed)	,827	,668	,269	,318	,000		,000
	N	59	59	59	27	59	59	59
Índice de Gravidade	Pearson Correlation	,092	,016	,095	-,005	,878**	,727**	1
	Sig. (2-tailed)	,488	,901	,475	,979	,000	,000	
	N	59	59	59	27	59	59	59

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

b. Cannot be computed because at least one of the variables is constant.

3.4.2 Análise de Resultados

O tratamento dos dados é a seção do projeto da investigação que se ocupa com a explicação de como se pretende tratar os dados a recolher, inclusive justificando por

que razão o referido tratamento é o mais adequado aos propósitos do estudo. Os objetivos da investigação apenas são alcançados com a recolha, o tratamento e, posteriormente, com a interpretação dos dados, procurando assegurar com isso a correlação entre objetivos e formas de os atingir (Vergara, 1997). Apesar da variação das formas que podem assumir os processos de análise e interpretação, em boa parte das pesquisas sociais podem ser observados os seguintes passos: a) estabelecimento de categorias; b) codificação; c) tabulação; d) análise estatística dos dados; e) avaliação das generalizações obtidas com os dados; f) inferência de relações causais; e g) interpretação dos dados (Gil, 1999).

A partir da análise descritiva feita no ponto anterior, verificou-se que existe impacto da implementação das ferramentas *lean* nos índices de sinistralidade. A maioria das empresas que conseguiu melhorar os índices de sinistralidade, foi no limiar dos 20%.

De acordo com os resultados obtidos na tabela 1, escolheu-se os limiares de melhoramento dos índices de sinistralidade entre os 20% e os 60%, analisando-se para os 3 índices se houve diferença entre grupos para 4 variáveis: setor de atividade, número de trabalhadores, certificação em segurança e anos de certificação.

O teste escolhido, baseado no tipo de variáveis de que se dispõe foi o *Kruskal Wallis (KW)*, segundo Pestana and Gageiro (2008) o teste KW é uma extensão do teste de *Wilcoxon-Mann-Whitney*. É um teste não paramétrico utilizado para comparar três ou mais populações. É usado para testar a hipótese nula de que todas as populações possuem funções de distribuição iguais contra a hipótese alternativa de que ao menos duas das populações possuem funções de distribuição diferentes.

A partir do teste KW para o índice de incidência, cujos resultados se encontram na tabela 3, foram encontradas diferenças entre os grupos para a variável certificação em segurança, ($p = 0,04$) e anos de certificação ($p = 0,014$). Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos para o variável setor de atividade ($p = 0,7$) e número de trabalhadores ($p = 0,472$). A partir destes resultados tentou-se confirmar qual o grupo que estaria a causar a diferença. As tabelas com os resultados completos para este teste encontram-se no Anexo III.

Tabela 3 - Resultados teste KW para o índice de incidência.

Test Statistics ^{a,b}				
	Setor de Atividade	Número de trabalhadores	Certificação em Segurança	Anos de Certificação
Chi-Square	,714	1,502	10,945	6,000
df	2	2	2	1
Asymp. Sig.	,700	,472	,004	,014
a. Kruskal Wallis Test				
b. Grouping Variable: Índice de Incidência				

Aplicado o teste KW para o Índice de Frequência, resultados na tabela 4, verificou-se que não há diferenças significativas entre os grupos para as variáveis, setor de atividade ($p = 0,793$), número de trabalhadores ($p = 0,126$), certificação em segurança, ($p = 0,551$) e anos de certificação ($p = 0,051$). Os resultados completos para este teste encontram-se no Anexo IV.

Tabela 4 - Resultados teste KW para o Índice de frequência.

Test Statistics ^{a,b}				
	Setor de Atividade	Número de trabalhadores	Certificação em Segurança	Anos de Certificação
Chi-Square	,465	4,136	1,193	3,821
df	2	2	2	1
Asymp. Sig.	,793	,126	,551	,051
a. Kruskal Wallis Test				
b. Grouping Variable: Índice de Frequência				

Aplicou-se o teste de KW ao Índice de Gravidade, os resultados encontram-se na tabela 5, verificou-se que não existe diferença entre os grupos para as variáveis: setor de atividade ($p = 0,947$), número de trabalhadores ($p = 0,223$), certificação em segurança, ($p = 0,153$) e anos de certificação ($p = 0,430$). Os resultados completos para este teste encontram-se no Anexo VI.

Tabela 5 - Resultados teste KW para o Índice de gravidade.

Test Statistics ^{a,b}				
	Setor de Atividade	Número de trabalhadores	Certificação em Segurança	Anos de Certificação
Chi-Square	,110	3,006	3,750	1,689
df	2	2	2	2
Asymp. Sig.	,947	,223	,153	,430
a. Kruskal Wallis Test				
b. Grouping Variable: Índice de Gravidade				

Com o teste de KW para a variável de agrupamento Índice de Incidência conseguiu-se verificar que existem diferenças entre grupos para as variáveis certificação e anos de certificação. Apenas com este teste não se conseguiu afirmar se essas diferenças tinham um determinado padrão Linear. Optou-se por fazer uma comparação de médias.

Para que fosse possível efetuar o teste de comparação de médias, codificou-se os limiares de diminuição das variáveis correspondentes aos índices de sinistralidade de acordo com a tabela 6. Sendo que os valores positivos apresentados evidenciam uma diminuição dos índices.

Tabela 6 – Codificação no SPSS das variáveis correspondentes aos índices de sinistralidade.

Limiar de alteração dos índices	Codificação atribuída no SPSS
Não houve Alterações	0
-20%	1
-40%	2
-60%	3
-80%	4
-100%	5

Para a variável certificação, calculou-se a média do índice de incidência separadamente para as organizações não certificadas e certificadas, segundo os dados apresentados na tabela 7 verificou-se que o valor médio aumentou o que leva a concluir que nas empresas certificadas o impacto da implementação de ferramentas *lean*, no índice de incidência, é estatisticamente mais significativo.

Tabela 7 - Comparação da média do índice de incidência em organizações com e sem certificação.

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Certificação em Segurança (Não) Índice de Incidência	32	0	3	,50	,672
Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Certificação em Segurança (Sim) Índice de Incidência	27	0	5	,67	1,177

Analisou-se se seguida dentro do grupo das organizações certificadas em segurança, se a variável anos de certificação influenciava o índice de incidência. Esta análise baseou-se mais uma vez na comparação de médias, neste caso calculou-se a média do li para cada intervalo de datas. Os resultados encontram-se na tabela 8. Para o intervalo menos de 1 ano de certificação não havia qualquer caso registrado. Pela

análise de comparação de médias, verificou-se que há uma tendência de subida do li desde o intervalo 1 a 3 anos até ao intervalo 5 a 10 anos de certificação. No intervalo mais de 10 anos a média baixa significativamente. Não se pode afirmar que o valor médio do li aumenta à medida que os anos de certificação em segurança também aumentam, o que se pode afirmar é que para as organizações que participaram no estudo, houve mais impacto das ferramentas *lean* na melhoria do índice de incidência nas organizações certificadas, cuja certificação ocorreu no intervalo de datas entre 5 e 10 anos. No gráfico da figura 8 está ilustrada a alteração de melhoria do li em função dos anos de certificação.

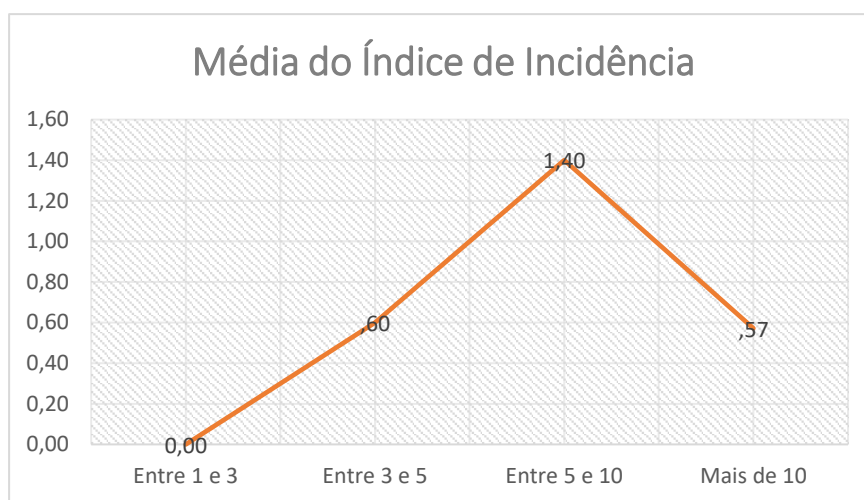


Figura 8 - Alteração de melhoria do li em função dos anos de certificação.

Tabela 8 - Comparação da média do índice de incidência nos intervalos de certificação.

Anos de certificação entre 1 e 3					
Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Índice de Incidência	3	0	0	0,00	0,000
Valid N (listwise)	3				
Anos de certificação entre 3 e 5					
Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Índice de Incidência	5	0	1	,60	,548
Valid N (listwise)	5				
Anos de certificação entre 5 e 10					
Descriptive Statistics					

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Índice de Incidência	5	0	5	1,40	2,191
Valid N (listwise)	5				
Anos de certificação mais de 10					
Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Índice de Incidência	14	0	2	,57	,938
Valid N (listwise)	14				

Através da análise estatística dos dados obtidos, conseguiu-se provar que as ferramentas *lean* têm impacto positivo na segurança, através da diminuição dos índices de sinistralidade.

CONCLUSÕES

4.1 CONCLUSÃO FINAL

4 CONCLUSÕES

4.1 CONCLUSÃO FINAL

A segurança tem sido historicamente tratada como um assunto separado, que poderia ser melhorado isoladamente da produção. No entanto, a segurança é parte integrante de todo processo de produção, não é uma reflexão tardia ou um complemento, porque a segurança depende de todas as ações, materiais e pessoas utilizadas. Os processos de trabalho são inerentemente seguros ou perigosos, de acordo com os riscos de segurança presentes em cada etapa necessária para concluir um processo. O desempenho da segurança depende da natureza do trabalho e deve ser mantido e continuamente melhorado como parte desses processos (Koskela, 1992).

Com base nos dados recolhidos das organizações que participaram neste estudo e através da análise estatística, foi conseguido algum suporte para a previsão de que os índices de sinistralidade serão melhorados com a implementação de ferramentas *lean*. Verificou-se que não há organizações que tenham piorado os índices, algumas mantiveram os índices e um número razoável atestou que os índices sofreram alteração de melhoria, destas, na sua grande maioria disseram que os índices de sinistralidade diminuíram 20%, sendo este o valor que estatisticamente apresentou melhores resultados em termos de alteração. Foi aplicado o teste de KW aos 3 índices de sinistralidade e verificou-se que havia diferença entre grupos para as variáveis certificação em segurança e anos de certificação em relação ao Índice de Incidência. Apenas com este teste não se conseguiu afirmar se essas diferenças tinham um determinado padrão linear. Optou-se por fazer uma comparação de médias. Não se conseguiu afirmar que o li aumenta à medida que os anos de certificação em segurança também aumentam, o que se conseguiu afirmar foi que para as organizações que participaram no estudo, há mais impacto das ferramentas *lean* na melhoria do índice de incidência nas que são certificadas e cuja certificação ocorreu no intervalo de datas entre 5 e 10 anos. Foi possível demonstrar que as ferramentas *lean* têm impacto positivo na segurança ocupacional das organizações, através da diminuição dos índices de sinistralidade.

A análise e discussão apresentadas neste trabalho fornecem um raciocínio teórico e empírico para o vínculo entre implementação de ferramentas *lean* e melhores resultados de segurança ocupacional. No entanto, no sentido de aumentar o grau de confiança dos resultados obtidos com a amostra recolhida e que foi em parte condicionada pela limitação de tempo, recomenda-se como trabalho futuro, a recolha de informação de mais organizações que tenham implementado ferramentas *lean*.

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Abdullah, F. M. (2003). *Lean manufacturing tools and techniques in the process industry with a focus on steel* (Doctoral dissertation, University of pittsburgh).
- Abushaaban, M. S. M. (2012). wastes elimination as the first step for lean manufacturing: an empirical study for gaza strip manufacturing firms. *wastes elimination as the first step for lean manufacturing: an empirical study for gaza strip manufacturing firms*.
- Ahmad, M. O., Markkula, J., & Oivo, M. (2016, May). Insights into the perceived benefits of Kanban in software companies: practitioners' views. In *International Conference on Agile Software Development* (pp. 156-168). Springer, Cham.
- An, N. T. M. A. (1999). Lean Manufacturing What is it?.
- Andrew, L. M. (2006). A lean route to manufacturing survival. *Assembly Automation*, 26, 265–272.
- Anvari, A., Zulkifli, N., & Yusuff, R. M. (2011). Evaluation of approaches to safety in lean manufacturing and safety management systems and clarification of the relationship between them. *World applied sciences journal*, 15(1), 19-26.
- Arezes, P. M., Dinis-Carvalho, J., & Alves, A. C. (2015). Workplace ergonomics in lean production environments: A literature review. *Work*, 52(1), 57-70.
- Arlbjorn, J., & Freytag, P. (2013). Evidence of lean: A review of international peer-reviewed journal articles. *European Business Review*, 25(2), 174–203.
- Arunagiri, P., & Gnanavelbabu, A. (2014). Identification of major lean production waste in automobile industries using weighted average method. *Procedia Engineering*, 97, 2167-2175.
- Arunagiri, P., & Gnanavelbabu, A. (2016). Identification of Major lean waste and its Contributing Factors using the Fuzzy Analytical Hierarchy Process. *Transactions of the Canadian Society for Mechanical Engineering*, 40(3), 371-382.
- Ávila, M. D. G. (2014). Gestão de riscos no setor público. *Revista Controle: Doutrinas e artigos*, 12(2), 179-198.
- Baram, M., & Schoebel, M. (2007). Safety culture and behavioral change at the workplace. *Safety Science*, 45, 631–636.
- Bartels, N. (2005). Lean in the most generic sense. *Manufacturing Business Technology*, 23, 32–36.
- Bass, B. M. (1999). Two decades of research and development in transformational leadership. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 8(1), 9-32.
- Bastos, A., Sá, J., Silva, O., & Fernandes, M. C. (2014). A study on the reality of Portuguese companies about work health and safety. In *Occupational Safety and Hygiene II* (pp. 701-706). CRC Press.
- Beckers, D. K. (2015). *Reducing waste in administrative services with lean principles* (Master's thesis, University of Twente).
- Bonnier, K. E., & Ose, A. O. (2015). *Waste In design and engineering* (Master's thesis, Universitetet i Agder; University of Agder).
- Booth, R. T., & Lee, T. R. (1995). The role of human factors and safety culture in safety management. *Journal of Engineering Manufacture*, 209, 393-400.
- Bouville, G., & Alis, D. (2014). The effects of lean organizational practices on employees' attitudes and workers' health: evidence from France. *The International Journal of Human Resource Management*, 25(21), 3016-3037.
- Brännmark, M., & Holden, R. J. (2013). Packages of participation: Swedish employees' experience of lean depends on how they are involved. *IIE transactions on occupational ergonomics and human factors*, 1(2), 93-108.
- Cakmakci M (2009). *Process Improvement: Performance analysis of the setup time reduction – SMED in the automobile industry*, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Vol 41; 168-179.
- Camuffo, A., De Stefano, F., & Paolino, C. (2017). Safety reloaded: lean operations and high involvement work practices for sustainable workplaces. *Journal of Business Ethics*, 143(2), 245-259.
- Carter, B., Danford, A., Howcroft, D., Richardson, H., Smith, A., & Taylor, P. (2013). 'Stressed out of my box': employee experience of lean working and occupational ill-health in clerical work in the UK public sector. *Work, employment and society*, 27(5), 747-767.

- Christian, M. S., Bradley, J. C., Wallace, J. C., & Burke, M. J. (2009). Workplace safety: a meta-analysis of the roles of person and situation factors. *J. Appl. Psychol*, 94(5), 1103–1127.
- Cirjaliu, B., & Draghici, A. (2016). Ergonomic issues in lean manufacturing. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 221, 105-110.
- Clarke, S. (1999). Perceptions of organizational safety: implications for the development of safety culture. *Journal of Organizational Behavior*, 20, 185-198.
- Clarke, S. (2003). Safety leadership: A meta-analytic review of transformational and transactional leadership styles as antecedents of safety behaviors. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 86(1), 22-49.
- Cooper, M. D. (2000). Towards a model of safety culture. *Safety Science*, 36, 111–136.
- Corona, E., & Pani, F. E. (2013). A review of lean-Kanban approaches in the software development. *WSEAS transactions on information science and applications*, 10(1), 1-13.
- COSTA, D. V. (2018). A SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO E O PROGRAMA 5S.
- Cox, S. J., & Cheyne, A. J. T. (2000). Assessing safety culture in offshore environments. *Safety Science*, 34, 111–129.
- Crane, L., Gantz, G., Isaacs, S., Jose, D., & Sharp, R. (2013). Introduction to risk management. *Published by Extension Risk Management Education and Risk Management Agency*.
- Cruz, N. M. P. D. (2013). *Implementação de ferramentas Lean Manufacturing no processo de injeção de plásticos* (Doctoral dissertation).
- Daley, A. (2009). Using Spaghetti Diagrams to Improve Process Flow.
- DAMIÃO, E. (1995). Manual de Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho.
- Daroit, D. J., & Feil, A. A. (2016). Modelo de gestão de riscos em uma prestadora de serviços (Risk management model in a service provider). *Revista Ciências Administrativas ou Journal of Administrative Sciences*, 22(2), 637-668.
- Dave, Y., & Sohani, N. (2012). Single Minute Exchange of Dies: Literature Review. *International Journal of Lean Thinking*, 3(2), 27-37.
- Dennis, P. (2007). *Lean production simplified*. New York: Productivity Press.
- Dionne, G. (2013). Risk management: History, definition, and critique. *Risk Management and Insurance Review*, 16(2), 147-166.
- Domingo, R. T. (2013). Identifying and Eliminating The Seven Wastes or Muda. *Asian Institute of management*.
- Drotz, E., & Poksinska, B. (2014). Lean in healthcare from employees' perspectives. *Journal of health organization and management*, 28(2), 177-195.
- Duanmu, J., & Taaffe, K. (2007). Measuring manufacturing throughput using takt time analysis and simulation. In *Proceedings of the 39th conference on Winter simulation: 40 years! The best is yet to come* (pp. 1633-1640). IEEE Press.
- Elnamrouty, K., & Abushaaban, M. S. (2013). Seven wastes elimination targeted by lean manufacturing case study "gaza strip manufacturing firms". *Seven wastes elimination targeted by lean manufacturing case study "gaza strip manufacturing firms"*, 1(2).
- Emiliani, M. L. (2008). The Equally Important 'Respect for People' Principle. *Real Lean: The Keys to Sustaining Lean Management* (Volume Three), M. L. Emiliani, ed., The CLBM, LLC, Wethersfield, Conn., USA.
- Engel, T., & TOLFO, D. (2009). Métodos de pesquisa. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre*.
- Ennouri, W. (2013). Risks management: new literature review. *Polish journal of management studies*, 8, 288-297.
- Fekete, M., & Hulvej, J. (2013, June). 'Humanizing'Takt Time and Productivity in the Labor-Intensive Manufacturing Systems. In *Active Citizenship by Knowledge Management & Innovation: Proceedings of the Management, Knowledge and Learning International Conference 2013* (pp. 191-199). ToKnowPress.
- Flynn, J. R., & Vlok, P. J. (2015). Lean approaches in asset management within the mining industry. *9th WCEAM Research*, 101-118.
- Fonseca, J. J. S. (2002). Metodologia da Pesquisa Científica.
- Fullerton, R., & Wempe, W. (2009). Lean manufacturing. *International Journal of Operations and Production Management*, 29, 214–240.
- Gadalla, M. A. (2010). A conceptual framework to excogitate agile from lean transformation. *International Journal of*

- Rapid Manufacturing*, 1, 308–322.
- Galsworth, G. (2004). The value of vision: the language of lean production is self-ordering and self-improving. *Industrial engineer*, 36(8), 44-50.
- Genaidy, A. M., & Karwowski, W. (2003). Human performance in lean production environment: Critical assessment and research framework. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 13(4), 317-330.
- Gil, A. C. (1999). Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002. *Métodos e técnicas de pesquisa social*, 6, 22-23.
- Gnanavel, S. S., Balasubramanian, V., & Narendran, T. T. (2015). Suzhal—An alternative layout to improve productivity and worker well-being in labor demanded lean environment. *Procedia Manufacturing*, 3, 574-580.
- Gonçalves, I., Sá, J. C., Santos, G., & Gonçalves, M. (2019). Safety Stream Mapping—A New Tool Applied to the Textile Company as a Case Study. In *Occupational and Environmental Safety and Health* (pp. 71-79). Springer, Cham.
- Gosavi, A. (2006). A risk-sensitive approach to total productive maintenance. *Automatica*, 42(8), 1321-1330.
- Grewal, S. C. (2008). An initiative to implement lean manufacturing using value stream mapping in a small company. *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, 15, 404-417.
- Griffin, M. A., & Neal, A. (2000). Perceptions of safety at work: a framework for linking safety climate to safety performance, knowledge, and motivation. *Journal of occupational health psychology*, 5(3), 347.
- Grimaldi, J. V., & Simonds, R. H. (1975). Safety management. Irwin.
- Guldenmund, F. W. (2000). The nature of safety culture: a review of theory and research. *Safety Science*, 34, 215–257.
- Harish, K. A., & Selvam, M. (2015). Lean Wastes: A Study of Classification from Different Categories and Industry Perspectives. *The Asian Review of Civil Engineering*, 7-12.
- Harms-Ringdahl, L. (2013). *Guide to safety analysis for accident prevention*. Stockholm: IRS Riskhantering.
- Harms-Ringdahl, L. (1990). On economic evaluation of systematic safety work at companies. *Journal of Occupational Accidents*, 12(1-3), 89-98.
- Hasle, P. (2014). Lean production—an evaluation of the possibilities for an employee supportive lean practice. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 24(1), 40-53.
- Hollnagel, E. (2004). Barriers and accident prevention. Aldershot, UK: Ashgate.
- Hoppes, M., Ahrmq, D., Hagg-Rickert, S., Youngberg, D. B. J., McCarthy, J. B. A., & Cphrm, F. (2014). Enterprise risk management: A framework for success.
- Hudson, P. (2007). Implementing a safety culture in a major multi-national. *Safety Science*, 45, 697–722.
- Ikuma, L. H., Nahmens, I., & James, J. (2010). Use of safety and lean integrated kaizen to improve performance in modular homebuilding. *Journal of construction engineering and management*, 137(7), 551-560.
- Immonen, N. (2016). *Implementation of 5S Methodology: Case Transval Group*.
- Irani, S. A., & Zhou, J. (2011). Value stream mapping of a complete product. *Department of Industrial, Welding and Systems Engineering, The Ohio State University, Columbus, OH*, 43210.
- Jilcha, K., & Kitaw, D. (2016). A LITERATURE REVIEW ON GLOBAL OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH PRACTICE & ACCIDENTS SEVERITY. *International Journal for Quality Research*, 10(2).
- Johnston, D. (2009). A new view on lean. *Materials Handling Management*, 64, 40 –64.
- Jones, D. (2009). The real meaning of lean. *Plant Graphics*, 59, 24–41.
- Jonet, P. M. P. (2014). Melhoria de Processos na Indústria Farmacêutica utilizando a metodologia Kaizen Lean.
- Kamada, S. (2017). Como Operar um “andon”. *Lean Institute Brasil*.
- Karim, A., & Arif-Uz-Zaman, K. (2013). A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations. *Business Process Management Journal*, 19(1), 169–196.
- Kavanagh, S. H. A. Y. N. E., & Krings, D. A. V. I. D. (2011). The 8 Sources of Waste and How to Eliminate Them. *Government Finance Review*, 27(6 s 18).
- Kayis, B., & Kara, S. (2007). Set-up reduction in injection molding process—a case study in packaging industry. In *4th*

- International Conference and Exhibition on Design and Production of Machines and Dies/molds.*
- Keleş, R. (2005). The role of occupational health and safety in total quality management. In *4th Research/Expert Conference with International Participations," QUALITY.*
- Kim, C. S., Spahlinger, D. A., Kin, J. M., Coffey, R. J., & Billi, J. E. (2009) Implementation of lean thinking: one health system's journey. *Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, 35, 8, 406–413.
- Kim, Y., Park, J., & Park, M. (2016). Creating a culture of prevention in occupational safety and health practice. *Safety and health at work*, 7(2), 89-96.
- Korb, S. (2016). "Respect for People" and Lean Construction: has the boat been missed? *24th Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction*, 1, 43–52.
- Korytkowski, P., Wisniewski, T., & Rymaszewski, S. (2013). Multivariate simulation analysis of production leveling (heijunka)-a case study. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(9), 1554-1559.
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction* (Vol. 72). Stanford, CA: Stanford university.
- Koukoulaki, T. (2014). *Production optimisation systems and consequences for workers health and safety: Lean production and effects on stress and musculoskeletal disorders* (Doctoral dissertation, © Theoni Koukoulaki).
- Landsbergis, P. A., Adler, P. S., Babson, S., Johnson, J., Kaminski, M., Lessin, N., ... & Richardson, C. (1999). Lean production and worker health: A discussion. *NEW SOLUTIONS: A Journal of Environmental and Occupational Health Policy*, 8(4), 499-523.
- Lawrie, M., Parker, D., & Hudson, P. (2006). Investigating employee perceptions of a framework of safety culture maturity. *Safety Science*, 44, 259–276.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota way-14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGrawHill.
- Lima, G. N. (2017). *"Lean" em serviços de saúde públicos: ferramentas e resultados* (Doctoral dissertation).
- Manzouri, M., Ab-Rahman, M. N., Zain, C. R. C. M., & Jamsari, E. A. (2014). Increasing production and eliminating waste through lean tools and techniques for halal food companies. *Sustainability*, 6(12), 9179-9204.
- Maslow, A. H. (1968). *Introdução à psicologia do ser*. Livaria Eldorado Tijuca Ltda.
- Massingham, P. (2010). Knowledge risk management: a framework. *Journal of knowledge management*, 14(3), 464-485.
- Maurice, P., Lavoie, M., Chapdelaine, A., & Bélanger-Bonneau, H. (1997). Safety and safety promotion: Conceptual and operational aspects. *Chronic Dis Canada*, 18(4), 179–186.
- Mearns, K., Whitaker, S. M., & Flin, R. (2003). Safety climate, safety management practice and safety performance in offshore environments. *Safety Science*, 41, 641–680.
- Mehri, D. (2006). The darker side of lean: An insider's perspective on the realities of the Toyota production system. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 21-42.
- Michalska, J., & Szewieczek, D. (2007). The 5S methodology as a tool for improving the organization. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 24(2), 211-214.
- Michels T.B. (2007). *Application of Shingo's Single Minute Exchange of Dies (SMED) Methodology to Reduce Punch Press Changeover Times at Krueger International*. Thesis, University of Wisconsin-Stout.
- Modi, D. B., & Thakkar, H. (2014). Lean thinking: reduction of waste, lead time, cost through lean manufacturing tools and technique. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 1-4.
- Mohammadfam, I., Kamalinia, M., Momeni, M., Golmohammadi, R., Hamidi, Y., & Soltanian, A. (2017). Evaluation of the quality of occupational health and safety management systems based on key performance indicators in certified organizations. *Safety and health at work*, 8(2), 156-161.
- Molamohamadi, Z., & Ismail, N. (2014). The relationship between occupational safety, health, and environment, and sustainable development: a review and critique. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 5(3), 198.
- Moles, P. (2013). Financial risk management. Sources of financial risk and risk assessment. *Heriot-Watt University*.
- Moreira, S. P. D. S. (2011). *Aplicação das ferramentas lean: caso de estudo* (Doctoral dissertation).
- Mori, K., & Takebayashi, T. (2002). The introduction of an occupational health management system for solving issues in occupational health activities in Japan. *Industrial health*, 40(2), 167-174.

- Morse, A. (2014). *Evaluating the impact of lean on employee ergonomics, safety, and job satisfaction in manufacturing*.
- Mullarkey, S., Jackson, P. R., & Parker, S. K. (1995). Employee reactions to JIT manufacturing practices: a two-phase investigation. *International Journal of Operations & Production Management*, 15(11), 62-79.
- Fernández-Muñiz, B., Montes-Peón, J. M., & Vázquez-Ordás, C. J. (2009). Relation between occupational safety management and firm performance. *Safety science*, 47(7), 980-991.
- Murça, V. A. D. A. (2012). *Aplicação da filosofia Lean na área da Manutenção* (Doctoral dissertation).
- Mwacharo, F. (2013). Challenges of Lean Management: Investigating the challenges and developing a recommendation for implementing Lean management techniques.
- Nahmens, I., & Ikuma, L. H. (2009). An Empirical Examination of the Relationship between Lean Construction and Safety in the Industrialized Housing Industry. *Lean Construction Journal*.
- Nicholas, J. (2011). *Lean production for competitive advantage: a comprehensive guide to lean methodologies and management practices*. New York: Taylor and Francis Group.
- Ogunbiyi, O. E., & Goulding, J. S. (2013). A Review of Lean Concept and its Application to Sustainable Construction in the UK. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 4(2), 82-92.
- Ohno, T. (1978). *Toyota production system: beyond large-scale production*. New York, Productivity Press.
- Ohno, Taiichi. (1988). *Toyota production system : beyond large-scale production*. Productivity Press.
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through "Lean Tools": An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082-1089.
- Perna, J. L. D. S. (2017). *Desenvolvimento de uma metodologia de avaliação de implantação "LEAN" para uma instituição de ensino*.
- Pestana, M. H., & Gageiro, J. N. (2008). Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS.
- Pettersen, J. (2009). Defining lean production: Some conceptual and practical issues. *The TQM Journal*, 21(2), 127-142.
- Pidgeon, N. (1998). Safety culture: key theoretical issues. *Work and Stress*, 12, 202-216.
- Pieńkowski, M. (2014). Waste measurement techniques for Lean companies. *International Journal of Lean Thinking*, 5(1), 9-24.
- Prodanov, C. C., & de Freitas, E. C. (2013). *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição*. Editora Feevale.
- Pullin, J. (2005). The meaning of lean. *Professional Engineering*, 18, 27-31.
- Radziwill, N. (2013). Leading and managing the lean management process. *The Quality Management Journal*, 20, 61-64.
- Ramnath, B. V., Kumar, C. S., Mohamed, G. R., Venkataraman, K., Elanchezhian, C., & Sathish, S. (2014). Analysis of occupational safety and health of workers by implementing ergonomic based kitting assembly system. *Procedia Engineering*, 97, 1788-1797.
- Rawabdeh, I. A. (2005). A model for the assessment of waste in job shop environments. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(8), 800-822.
- Reason, J. (1998). *Managing the risks of organizational accidents*. Aldershot: Ashgate.
- Reyner, A., & Fleming, K. (2004). Heijunka product & production leveling. *Presentation at MIT Leaders*.
- Ribeiro, A. C. G. C. (2013). Implementação da filosofia Lean na gestão dos serviços de saúde: o caso dos centros de saúde da região norte.
- Rinefort, F. C. (1976). A Study of Some of the Costs and Benefits Related to Occupational Safety and Health. *Dissertation Abstracts International A*, 1670.
- Robinson, H. (1997). Using Poka-Yoke techniques for early defect detection. In *Sixth International Conference on Software Testing Analysis and Review* (pp. 134-145).
- Roland, H. E., & Moriarty, B. (1990). *System safety engineering and management*. John Wiley & Sons.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute: Cambridge Mass.

- Rüttimann, B. G., & Stöckli, M. T. (2016). Going beyond triviality: The Toyota production system—lean manufacturing beyond Muda and Kaizen. *Journal of Service Science and Management*, 9(02), 140.
- Sá, J. C., Carvalho, D., & Sousa, R. M. (2011). Waste identification diagrams. In *CLME'2011/IIICEM—6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia-3º Congresso de Engenharia de Moçambique*.
- Sakouhi, A., & Nadeau, S. (2016). Integration of occupational health and safety into lean manufacturing: Quebec aeronautics case study. *American Journal of Industrial and Business Management*, 6(11), 1019.
- Shah, R., & Ward, P.T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journ. Oper. Manag.*, 25, 785–805.
- Shimada, G., & Sonobe, T. (2018). Impacts of Kaizen management on workers: Evidence from the Central America and Caribbean Region. *JICA-RI Working Paper*, (173).
- Shingo S, A Revolution in Manufacturing: The SMED System, Productivity Press, Cambridge, MA; 1985.
- Simas, A. F. L. (2016). *Gestão Visual em Sistemas Lean: Metodologia de Uniformização* (Doctoral dissertation).
- Simboli, A., Taddeo, R., & Morgante, A. (2014). Value and wastes in manufacturing. An overview and a new perspective based on eco-efficiency. *Administrative sciences*, 4(3), 173-191.
- Singh, B., Garg, S. K., Sharma, S. K., & Grewal, C. (2010). Lean implementation and its benefits to production industry. *International journal of lean six sigma*, 1(2), 157-168.
- Sivasankar M, Dhandapani N, Manojkumar S, Karthick N, Raja K & Yuvaraj J. (2011). Experimental verification of Single Minute Exchange of Dies (SMED). *Recent Research in Science and Technology*, 3(3); 92-97.
- Soares, J. P. P. (2014). *Implementação de ferramentas Lean Production numa empresa de mobiliário* (Doctoral dissertation).
- Sorensen, J. N. (2002). Safety culture: a survey of the state-of-the-art. *Reliability Engineering and System Safety*, 76, 189–204.
- Spear, S. (2004). Learning to lead at Toyota. *Harvard Business Review*, 82, 78–87.
- Srinivasan, S. (2012). The impact of 5S on the safety climate of manufacturing workers.
- Teixeira, E. B. (2003). A análise de dados na pesquisa científica: importância e desafios em estudos organizacionais. *Desenvolvimento em questão*, 1(2), 177-201.
- Thomassen, M. A., Sander, D., Barnes, K. A., & Nielsen, A. (2003, July). Experience and results from implementing lean construction in a large Danish contracting firm. In *Proceedings of 11th Annual Conference on Lean Construction* (pp. 644-655).
- Trovinger, S. C., & Bohn, R. E. (2005). Setup time reduction for electronics assembly: Combining simple (SMED) and IT-based methods. *Production and operations management*, 14(2), 205-217.
- Tsasis, P., & Bruce-Barrett, C. (2008). Organizational change through Lean Thinking. *Health Services Management Research*, 21, 192-198.
- Veltri, A., Pagel, M., Behm, M., et al. (2007). A databased evaluation of the relationship between occupational safety and operating performance. *Journal of SHE Research*, 4(1), 1-22.
- VERGARA, S. C. (2009). Projetos e relatórios de pesquisa em Administração. São Paulo: Atlas, 2009. *Métodos de pesquisa em administração*, 3, 44.
- Von Thiele Schwarz, U., Nielsen, K. M., Stenfors-Hayes, T., & Hasson, H. (2017). Using kaizen to improve employee well-being: Results from two organizational intervention studies. *Human relations*, 70(8), 966-993.
- Wachter, J. K., & Yorio, P. L. (2014). A system of safety management practices and worker engagement for reducing and preventing accidents: An empirical and theoretical investigation. *Accident Analysis & Prevention*, 68, 117-130.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking*, Simon and Schuster. New York.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148-1148.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). The machine that changed the world: The story of lean production systems 1st. *Rawson Associates*, 11-15.
- Yoon, S. J., Lin, H. K., Chen, G., Yi, S., Choi, J., & Rui, Z. (2013). Effect of occupational health and safety management

system on work-related accident rate and differences of occupational health and safety management system awareness between managers in South Korea's construction industry. *Safety and health at work*, 4(4), 201-209.

Zanella, L. C. H., Vieira, E. M. F., & Moraes, M. (2013). *Técnicas de pesquisa*.

ANEXOS

6 ANEXOS

6.1 Anexo I - Questionário

Inquérito (Dissertação de Mestrado) sobre o impacto do lean na Segurança Ocupacional das Organizações

A aposta na melhoria da Segurança e Saúde dos trabalhadores deverá ser uma das grandes prioridades das organizações. A qualidade das condições de trabalho é um dos fatores fundamentais para o sucesso de um sistema produtivo.

Este questionário enquadra-se numa investigação no âmbito de uma Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial do ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto. O objetivo é fazer um estudo para tentar perceber de que forma as ferramentas lean têm impacto na área da Segurança Ocupacional das Organizações.

Agradeço desde já o seu contributo.

***Obrigatório**

1 - Nome da Organização: *

2 - Em que departamento exerce as suas funções? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Higiene e Segurança no Trabalho
- ☐ Gestão da Qualidade e Melhoria Contínua
- ☐ Engenharia
- ☐ Outra: _____

3 - Localização da Organização *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Norte
- ☐ Centro
- ☐ Área Metropolitana de Lisboa
- ☐ Alentejo
- ☐ Algarve
- ☐ Região Autónoma dos Açores
- ☐ Região Autónoma da Madeira

4 - Setor de Atividade *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Indústria Automóvel
- ☐ Indústria Têxtil e Vestuário
- ☐ Indústria Metalomecânica
- ☐ Indústria do Calçado
- ☐ Indústria do Mobiliário
- ☐ Indústria Alimentar
- ☐ Construção civil e obras públicas
- ☐ Serviços
- ☐ Outra: _____

5 - Nº de Trabalhadores da Organização *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ 1 a 9
- ☐ 10 a 49
- ☐ 50 a 100
- ☐ 101 a 249
- ☐ 250 ou mais

6 - A Organização é certificada em segurança? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim *Passe para a pergunta 7.*
- ☐ Não *Passe para a pergunta 8.*

7 - Há quantos anos ocorreu a certificação *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Menos de 1
- ☐ Entre 1 e 3
- ☐ Entre 3 e 5
- ☐ Entre 5 e 10
- ☐ Há mais de 10

8 - Conhece as ferramentas lean? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não *Passe para a pergunta 10.*

9 - Identifique as ferramentas lean que conhece *

Marcar tudo o que for aplicável.

- ☐ Value Stream Mapping (VSM)
- ☐ 5S
- ☐ SMED (Single Minute Exchange of Die)
- ☐ Heijunka
- ☐ Kanban
- ☐ Jidoka
- ☐ TPM (Total Productive Maintenance)
- ☐ Visual Management
- ☐ Andon
- ☐ Poka Yoke
- ☐ OPL (One Point Lesson)
- ☐ OEE (Overall Equipment Effectiveness)
- ☐ Line Balancing
- ☐ Spaghetti Diagram
- ☐ WID (Waste Identification Diagrams)
- ☐ Kaizen Daily
- ☐ Outra: _____

10 - A sua organização tem alguma ferramenta lean implementada? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não *Pare de preencher este formulário.*

11 - Identifique as ferramentas lean implementadas na sua organização e há quantos anos foram implementadas

Marcar apenas uma oval por linha.

	Menos de 1	Entre 1 e 3	Entre 3 e 5	Entre 5 e 10	Mais de 10
Value Stream Mapping (VSM)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5S	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SMED (Single Minute Exchange of Die)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Heijunka	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kanban	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jidoka	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TPM (Total Productive Maintenance)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Visual Management	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Andon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Poka Yoke	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Standard Work	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
OPL (One Point Lesson)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
OEE (Overall Equipment Effectiveness)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Line Balancing	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Spaghetti Diagram	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
WID (Waste Identification Diagrams)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaizen daily	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12 - Após a implementação das ferramentas lean houve melhoria dos Índices de sinistralidade? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	-20%	-40%	-60%	-80%	-100%	Não Houve alterações	Pioraram
Índice de Incidência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Índice de Frequência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Índice de Gravidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fórmula para o cálculo da variação dos índices

$$\Delta\% = \frac{V_{\text{final}} - V_{\text{inicial}}}{V_{\text{inicial}}} \times 100$$

13. Indique até 5 ferramentas, as que na sua opinião contribuíram para a melhoria das condições de segurança e saúde no trabalho. Numere, considerando o valor 5 para a que teve mais impacto e o valor 1 para a que teve menos impacto.

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5
Value Stream Mapping (VSM)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5S	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SMED (Single Minute Exchange of Die)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Heijunka	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kanban	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jidoka	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TPM (Total Productive Maintenance)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Visual Management	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Andon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Poka Yoke	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Standard Work	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
OPL (One Point Lesson)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
OEE (Overall Equipment Effectiveness)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Line Balancing	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Spaghetti Diagram	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
WID (Waste Identification Diagrams)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaizen Diário	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Com tecnologia



Google Forms

6.2 Anexo II – Ferramentas *lean* mais implementadas pelas organizações

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
VSM Implementado? * Índice de Incidência	19	32,2%	40	67,8%	59	100,0%
5S Implementado? * Índice de Incidência	53	89,8%	6	10,2%	59	100,0%
SMED Implementado? * Índice de Incidência	18	30,5%	41	69,5%	59	100,0%
Heinjunka Implementado? * Índice de Incidência	5	8,5%	54	91,5%	59	100,0%
Kanban Implementado? * Índice de Incidência	26	44,1%	33	55,9%	59	100,0%
Jidoka Implementado? * Índice de Incidência	8	13,6%	51	86,4%	59	100,0%
TPM Implementado? * Índice de Incidência	21	35,6%	38	64,4%	59	100,0%
Visual Management Implementado? * Índice de Incidência	33	55,9%	26	44,1%	59	100,0%
Andon Implementado? * Índice de Incidência	11	18,6%	48	81,4%	59	100,0%
Poka Yoke Implementado? * Índice de Incidência	24	40,7%	35	59,3%	59	100,0%
Standard Work Implementado? * Índice de Incidência	22	37,3%	37	62,7%	59	100,0%
OPL Implementado? * Índice de Incidência	16	27,1%	43	72,9%	59	100,0%
OEE Implementado? * Índice de Incidência	15	25,4%	44	74,6%	59	100,0%
Line Bal. Implementado? * Índice de Incidência	9	15,3%	50	84,7%	59	100,0%
Spaghetti Diagram Implementado? * Índice de Incidência	12	20,3%	47	79,7%	59	100,0%
WID Implementado? * Índice de Incidência	8	13,6%	51	86,4%	59	100,0%
Kaizen Daily Implementado? * Índice de Incidência	31	52,5%	28	47,5%	59	100,0%

6.3 Anexo III – Teste de correlação entre as ferramentas *lean* implementadas e os índices de sinistralidade

[illegible]

^a. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

6.4 Anexo IV - Teste de *Kruskal Wallis* para o Índice de incidência

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Setor de Atividade	59	6,32	5,535	0	19
Número de trabalhadores	59	2,85	1,111	1	4
Certificação em Segurança	59	,46	,502	0	1
Anos de Certificação	27	3,11	1,086	1	4
Índice de Incidência	59	1,58	,932	1	6

Ranks			
Índice de Incidência		N	Mean Rank
Setor de Atividade	-20%	16	11,63
	-40%	5	10,20
	-60%	1	16,00
	Total	22	
Número de trabalhadores	-20%	16	10,75
	-40%	5	12,60
	-60%	1	18,00
	Total	22	
Certificação em Segurança	-20%	16	9,56
	-40%	5	18,50
	-60%	1	7,50
	Total	22	
Anos de Certificação	-20%	3	2,00
	-40%	5	6,00
	Total	8	

Test Statistics ^{a,b}				
	Setor de Atividade	Número de trabalhadores	Certificação em Segurança	Anos de Certificação
Chi-Square	,714	1,502	10,945	6,000
df	2	2	2	1
Asymp. Sig.	,700	,472	,004	,014
a. Kruskal Wallis Test				
b. Grouping Variable: Índice de Incidência				

6.5 Anexo V - Teste de *Kruskal Wallis* para o Índice de frequência

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Setor de Atividade	59	6,32	5,535	0	19
Número de trabalhadores	59	2,85	1,111	1	4
Certificação em Segurança	59	,46	,502	0	1
Anos de Certificação	27	3,11	1,086	1	4
Índice de Frequência	59	1,66	,976	1	6

Ranks			
Índice de Frequência		N	Mean Rank
Setor de Atividade	-20%	15	12,47
	-40%	8	12,00
	-60%	1	17,00
	Total	24	
Número de trabalhadores	-20%	15	13,90
	-40%	8	8,94
	-60%	1	20,00
	Total	24	
Certificação em Segurança	-20%	15	12,00
	-40%	8	14,00
	-60%	1	8,00
	Total	24	
Anos de Certificação	-20%	5	3,50
	-40%	4	6,88
	Total	9	

Test Statistics ^{a,b}				
	Setor de Atividade	Número de trabalhadores	Certificação em Segurança	Anos de Certificação
Chi-Square	,465	4,136	1,193	3,821
df	2	2	2	1
Asymp. Sig.	,793	,126	,551	,051
a. Kruskal Wallis Test				
b. Grouping Variable: Índice de Frequência				

6.6 Anexo VI - Teste de *Kruskal Wallis* para o Índice de Gravidade

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Setor de Atividade	59	6,32	5,535	0	19
Número de trabalhadores	59	2,85	1,111	1	4
Certificação em Segurança	59	,46	,502	0	1
Anos de Certificação	27	3,11	1,086	1	4
Índice de Gravidade	59	1,63	1,015	1	6

Ranks			
Índice de Gravidade		N	Mean Rank
Setor de Atividade	-20%	12	10,63
	-40%	7	11,43
	-60%	2	11,75
	Total	21	
Número de trabalhadores	-20%	12	9,50
	-40%	7	11,86
	-60%	2	17,00
	Total	21	
Certificação em Segurança	-20%	12	9,13
	-40%	7	14,00
	-60%	2	11,75
	Total	21	
Anos de Certificação	-20%	3	3,67
	-40%	5	5,40
	-60%	1	7,00
	Total	9	

Test Statistics ^{a,b}				
	Setor de Atividade	Número de trabalhadores	Certificação em Segurança	Anos de Certificação
Chi-Square	,110	3,006	3,750	1,689
df	2	2	2	2
Asymp. Sig.	,947	,223	,153	,430

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Índice de Gravidade
